

AUS DEM LEHRSTUHL
FÜR ORTHOPÄDIE
DIREKTOR PROF. DR. MED. DR. H. C. J. GRIFKA
DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

**Ergebnisse quantitativer und qualitativer Messungen an der
Muskelmanschette des Hüftgelenkes vor und nach Implantation einer
Hüfttotalendoprothese mittels minimal-invasivem anterolateralem und
konventionellem transglutaealem Zugang**

Inaugural – Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrads
der Medizin

der
Medizinischen Fakultät
der Universität Regensburg

vorgelegt von

Jürgen Hartl

2008

AUS DEM LEHRSTUHL
FÜR ORTHOPÄDIE
DIREKTOR PROF. DR. MED. DR. MED. H. C. J. GRIFKA
DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

**Ergebnisse quantitativer und qualitativer Messungen an der Muskelmanschette
des Hüftgelenkes vor und nach Implantation einer Hüfttotalendoprothese
mittels minimal-invasivem anterolateralem und konventionellem
transglutaealem Zugang**

Inaugural – Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrads
der Medizin

der
Medizinischen Fakultät
der Universität Regensburg

vorgelegt von

Jürgen Hartl

2008

Dekan:	Prof. Dr. Bernhard Weber
1. Berichterstatter:	Prof. Dr. med. Dr. h. c. Joachim Grifka
2. Berichterstatter:	PD Dr. med. Johannes Seitz
Tag der mündlichen Prüfung:	05.05.2009

Abkürzungsverzeichnis

Ausw.	Auswertung
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CSA	Cross sectional area
CT	Computertomographie
d. h.	das heißt
et al.	et alteri
etc.	etcetera
HTEP	Hüfttotalendoprothese
Lig.	Ligamentum
Ligg.	Ligamenta
M.	Musculus
MIS	minimal-invasiv
Mm.	Musculi
MRT	Magnetresonanztomographie
NSAR	nichtsteroidales Antirheumatikum
Präop	präoperativ
Postop	postoperativ
TEP	Totalendoprothese
z. B.	zum Beispiel

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Aufgabenstellung	1
2	Theoretische und klinische Grundlagen	3
2.1	Anatomie des Hüftgelenkes	3
2.2	Pathologie des Hüftgelenkes	11
2.2.1	Ätiologie, Epidemiologie, Klassifikation	12
2.2.2	Klinik	12
2.2.3	Diagnostik bei Coxarthrose	13
2.2.4	Therapie bei Coxarthrose	14
2.2.4.1	Konservative Therapie	14
2.2.4.2	Operative Therapie	15
2.2.5	Indikation zur HTEP-Implantation	15
2.3	Ätiologie und Epidemiologie der Hüft- endoprothetik	16
2.4	Operative Verfahren	16
2.4.1	Klassischer transglutaealer Zugang	19
2.4.2	Minimal-invasiver anterolateraler Zugang	21
2.5	Komplikationen der Hüftendoprothetik	24
2.6	Nachbehandlung nach HTEP-Implantation	27
3	Studiendesign, Patienten, Material und Methodik	29
3.1	Ziel der Studie	29
3.2	Art der Studie	29
3.3	Patientenkollektiv	29
3.3.1	Einschlusskriterien	29
3.3.2	Ausschlusskriterien	30
3.4	Studienablauf	30
3.4.1	Therapiearm 1: minimal-invasiv anterolateral	31
3.4.2	Therapiearm 2: konventionell transglutaeal	32
3.5	Methodik	32
3.5.1	Quantitative Messung	34
3.5.2	Qualitative Messung	36

4	Ergebnisse	37
4.1	Quantitative Messung	37
4.1.1	Patientenkollektiv Therapiearm 1	37
4.1.2	Patientenkollektiv Therapiearm 2	47
4.1.3	Zusammenfassung der quantitativen Messung	57
4.2	Qualitative Messung	59
4.2.1	Patientenkollektiv Therapiearm 1	59
4.2.1.1	Ergebnisse der 1. und 2. Auswertung	59
4.2.2	Patientenkollektiv Therapiearm 2	63
4.2.2.1	Ergebnisse der 1. und 2. Auswertung	63
4.2.3	Zusammenfassung der qualitativen Messung	67
4.2.4	Ergebnisse des postoperativen Vorkommens von heterotopen Ossifikationen, Seromen, Hämatomen und Bursitiden	68
4.2.4.1	Patientenkollektiv Therapiearm 1	68
4.2.4.2	Patientenkollektiv Therapiearm 2	68
4.2.4.3	Zusammenfassende Beurteilung	69
5	Diskussion	71
5.1	Quantitative Messung	72
5.1.1	Intensität	72
5.1.2	Muskelfläche (CSA)	75
5.2	Qualitative Messung	77
5.2.1	Grad der fettigen Degeneration	77
5.2.2	Häufigkeit des postoperativen Auftretens von heterotopen Ossifikationen, Seromen, Hämatomen und Bursitiden	78
6	Zusammenfassung	80
7	Literaturverzeichnis	82

1 Einleitung

In den letzten Jahrzehnten hat sich die endoprothetische Versorgung des Hüftgelenkes zu einem Standardverfahren in der orthopädischen Chirurgie entwickelt. Sie wird nahezu täglich in jeder operativ tätigen orthopädischen Abteilung durchgeführt. Im Zuge der Entwicklung neuartiger Implantate (z. B. Kurzschaftprothesen) ist es heutzutage möglich, jedem Patienten eine individuell auf ihn abgestimmte Totalendoprothese, abhängig von seinem Alter und den jeweiligen Rahmenbedingungen, anzubieten. Neuerungen gab es jedoch auch auf dem Gebiet der operativen Zugangswege hinsichtlich der Implantation einer Hüfttotalendoprothese. Neben den konventionellen Zugangswegen zur Implantation eines künstlichen Hüftgelenkes halten mehr und mehr die minimal-invasiven operativen Zugangswege Einzug in den orthopädisch-chirurgischen Alltag. Nicht unwesentlich war die Einführung der Navigation bzw. computerassistierter Techniken an der Etablierung der minimal-invasiven Operationstechnik beteiligt. Trotz aller Vorteile der minimal-invasiven Operationstechnik wie zum Beispiel einem kürzeren Hautschnitt, einer sparsameren Knochenresektion, einem geringeren Blutverlust oder etwa einem geringerem Weichteiltrauma dürfen auch die Nachteile dieser Methodik nicht außer Acht gelassen werden. So stellt ein kürzerer Hautschnitt kosmetisch gesehen zwar eine durchaus attraktive Alternative zum bisherigen konventionellen Hautschnitt dar, bedeutet aber auch gleichzeitig eine Reduktion und damit eine Einschränkung der Übersicht im Operationsfeld. Denn nach wie vor gilt der Grundsatz, nur wer eine ausreichende Übersicht hat, operiert gut und sicher. Inwiefern vor allem die minimal-invasive Operationstechnik die Muskelmanschette am Hüftgelenk im Vergleich zur konventionellen Operationstechnik schont und damit zu einem besseren Outcome beiträgt, konnte bislang noch nicht sicher nachgewiesen werden.

1.1 Aufgabenstellung

Die nachfolgende wissenschaftliche Arbeit soll dahingehend neue Ergebnisse und Kenntnisse liefern. Mittels prä- und postoperativer kernspintomographischer Untersuchungen der Muskelmanschette des Hüftgelenkes soll die Überlegenheit des muskelschonenden minimal-invasiven Zuganges zur Hüfte zwischen M. tensor fasciae latae und M. gluteus medius

gegenüber dem bisher allgemein üblichen transglutaealen Zugangsweg zur Hüfte gezeigt werden. Stähelin kritisiert am transglutaealen Zugang vor allem die gelegentlich postoperativ auftretenden Trochanter Schmerzen sowie im Rahmen der Operationstechnik eine oftmals resultierende Insuffizienz der Glutaealmuskulatur durch Schädigung der die Muskulatur innervierenden Nervenäste [20]. Um diesbezüglich neue Erkenntnisse zu erhalten, wurden quantitative und qualitative Messungen an der Muskelmanschette des Hüftgelenkes sowohl präoperativ als auch fünf Wochen postoperativ durchgeführt, deren Ergebnisse im Anschluss dargestellt und diskutiert werden.

2 Theoretische und klinische Grundlagen

Bevor der eigentliche Studienaufbau, die Methodik sowie letztendlich die Ergebnisse dargestellt und kritisch hinterfragt werden, sollen im nachfolgenden Abschnitt der wissenschaftlichen Arbeit zunächst Aussagen zur Anatomie und Pathologie des Hüftgelenkes sowie der primären Coxarthrose als Einschlusskriterium der Studie im Speziellen und deren Behandlungsmöglichkeiten, sowohl konservativ wie auch operativ, gemacht werden. Zudem wird insbesondere auf die beiden in der Studie betrachteten operativen Zugangswege (konventioneller transglutaealer Zugangsweg und anterolateraler minimal-invasiver Zugangsweg) separat eingegangen.

2.1 Anatomie des Hüftgelenkes

Das Hüftgelenk, *Articulatio coxae*, ist ein Kugelgelenk mit 3 Freiheitsgraden, welches sich aus Hüftkopf, *Caput femoris*, und Hüftpfanne, *Acetabulum*, zusammensetzt. Stabilisiert wird das Hüftgelenk zum einen durch seine Bänder und zum anderen durch seine Muskulatur. Die Verstärkungsbänder des Hüftgelenkes haben ihren Ursprung im Umkreis der Hüftgelenkspfanne an den Knochen des Os coxae, des Os ilium und des Os ischiadicum und heißen dahingehend Ligamentum iliofemorale, pubofemorale und ischiofemorale. Die Ligamenta pubofemorale und ischiofemorale haben ihren Ansatz teilweise in der Zona orbicularis, einem zirkulären Verstärkungszug der Kapsel, die den Schenkelhals ähnlich wie ein Ringband umschließt. Die Faserzüge, welche zum Oberschenkelknochen ziehen, strahlen in den oberen (Ligamentum ischiofemorale) bzw. den unteren Abschnitt (Lig. pubofemorale) der Linea intertrochanterica zu beiden Seiten des fächerförmigen Ansatzes des Ligamentum iliofemorale ein. Somit vereinigen sich alle drei Bänder an der Ventralseite des Femur, in dem sie einen schraubigen Verlauf nehmen.

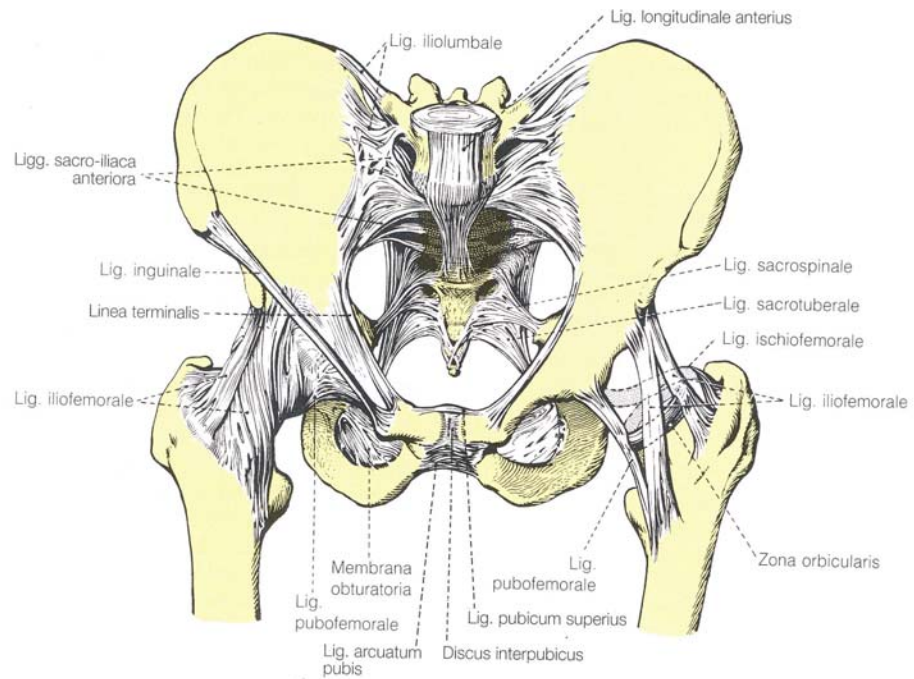


Bild: Bänder des Hüftgelenkes und des Beckengürtels von ventral. Die Bänder des linken Hüftgelenkes sind schematisiert. Der linke Oberschenkelhalskopf ist entfernt, um den Verlauf des Lig. ischiofemorale zeigen zu können [2].

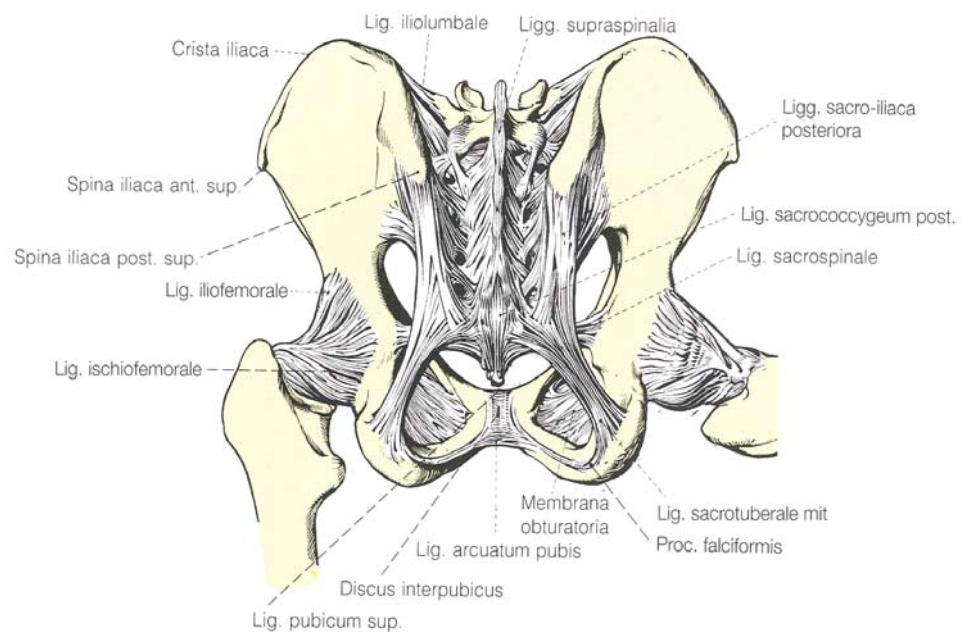


Bild: Bänder des Beckengürtels und des Hüftgelenkes von dorsal [2].

Neben den genannten Bändern spielt, wie oben bereits erwähnt, die Hüftmuskulatur eine tragende Rolle hinsichtlich Statik und Dynamik im Hüftgelenk. Das Hüftgelenk als solches ist komplett von Muskulatur umgeben, so dass es in der Tiefe versteckt liegt. Es handelt sich hierbei vorwiegend um kurze Muskeln, die am Becken einschließlich der Wirbelsäule entspringen und mit wenigen Ausnahmen an den großen Knochenhebeln des Femur ansetzen und dort konvergieren.

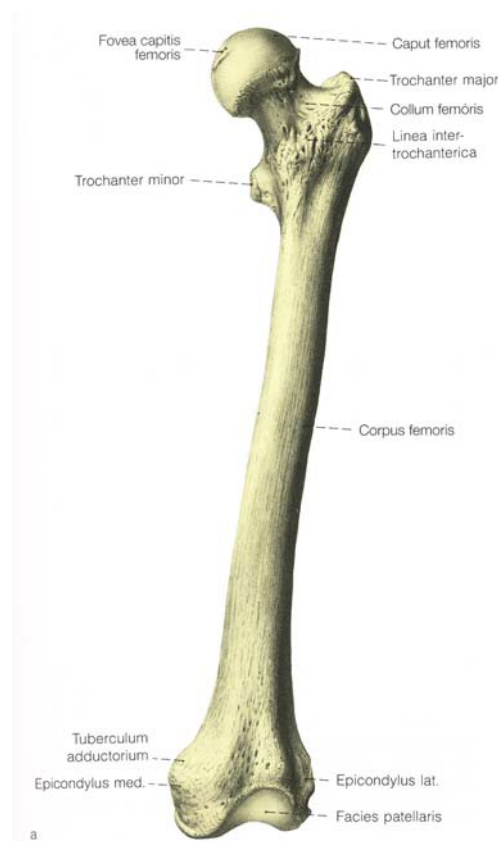


Bild: Femur von ventral [2]

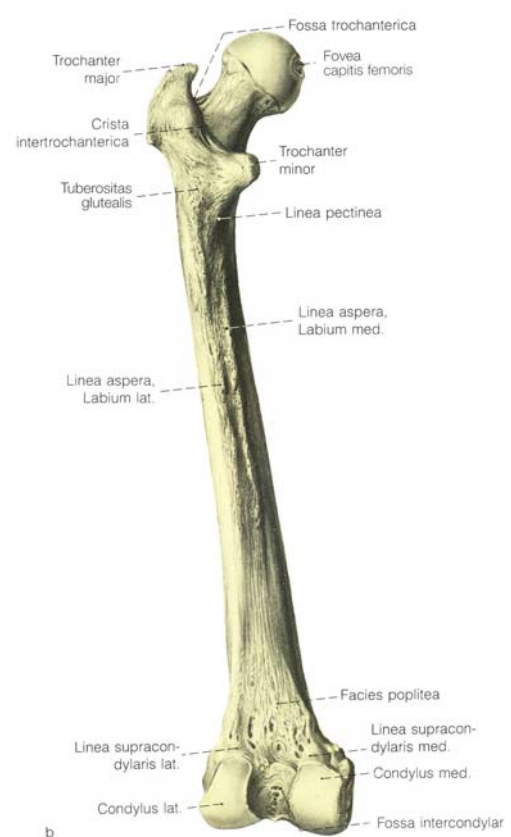


Bild: Femur von dorsal [2]

Die Muskeln, welche das Hüftgelenk überqueren, können hinsichtlich ihrer Hauptfunktion in Flexoren (Beuger), Extensoren (Strecker), Abduktoren (Spreizer), Adduktoren (Heranführer) und Außen- und Innenrotatoren (Außen- und Innendreher) unterteilt werden. Die Funktion der einzelnen Muskeln kann man aus ihrer Lage zu den drei Hauptbewegungsachsen des Hüftgelenkes ableiten. Flexoren im Hüftgelenk liegen vor der Transversalachse während die Extensoren dorsal von der Transversalachse liegen. Die Abspreizer liegen lateral der Sagittalachse, die Heranzieher medial davon. Die Innenrotatoren liegen vor und die Außenrotatoren hinter der Rotationsachse des Hüftgelenkes. Die meisten Muskeln des Hüftgelenkes haben jedoch mehr als

nur eine Funktion, z. B. Abduktion, Innenrotation und Beugung. Die Wirkung ist vor allem auch abhängig von der Ausgangsstellung des Gelenkes. Topographisch differenziert man die Hüftmuskeln in innere, an der inneren Beckenwand entspringende, und in äußere, an der äußeren Beckenwand entspringende, Muskeln. Beide Muskelgruppen sind autochthone Extremitätenmuskeln, welche über die Rami anteriores des Plexus lumbosacralis innerviert werden [2, 19].

Innere Hüftmuskeln:

Zu den inneren Hüftmuskeln zählt der M. iliopsoas, welcher sich aus zwei Muskelanteilen, dem M. psoas mit M. psoas major und minor, sowie dem M. iliacus zusammensetzt. Der lang gestreckte M. psoas major, auf dessen Vorderseite sich der M. psoas minor befindet, hat seinen Ursprung an den Wirbelkörpern der letzten Brust- und der ersten vier Lendenwirbel sowie von den Querfortsätzen aller Lendenwirbel, und setzt in Verschmelzung mit der Sehne des M. iliacus, welcher großflächig an der Innenseite der Darmbeinschaukel entspringt, am Trochanter minor an. Der M. iliopsoas zieht unter dem Leistenband durch die Lacuna musculorum und liegt somit ventral über der Transversalachse des Hüftgelenks. Damit ist er ein Flexor, seinesgleichen auch der Stärkste des Hüftgelenkes. Zugleich ist er aufgrund seines Verlaufes ein Seitbeuger der Lendenwirbelsäule. Die Innervation erfolgt über kurze Äste des Plexus lumbalis und des N. femoralis [2, 19].

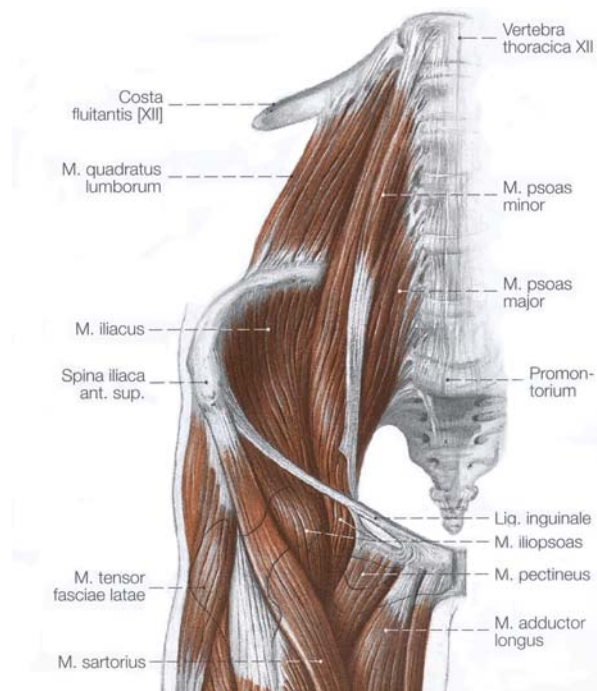


Bild: Hüft- und angrenzende Oberschenkelmuskulatur von ventral [2].

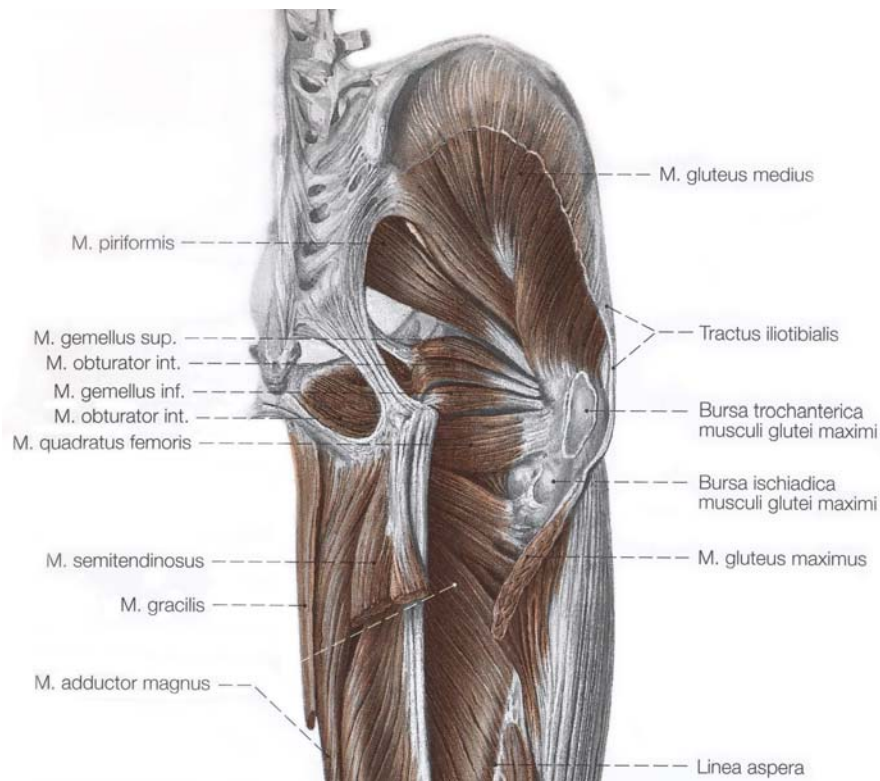


Bild: Hüft- und angrenzende Oberschenkelmuskulatur von dorsal [2].

Äußere Hüftmuskeln:

Die äußeren Hüftmuskeln hingegen werden in zwei große Muskelgruppen unterteilt. Zum einen in eine dorsolaterale und zum anderen in eine mediale Gruppe. Die dorsolaterale Gruppe, mit Ursprung an der Außenfläche der Darmbeinschaukel, setzt fächerförmig in der Umgebung des Trochanter major an. Die mediale Gruppe dagegen entspringt im Inneren des kleinen Beckens und gelangt dann an die Außenseite, wo sie sich dem Fächer der dorsolateralen Gruppe anschließt und ebenfalls in der Umgebung des Trochanter major oder direkt am Trochanter major ansetzt. Folgende Zuordnung der Muskeln zu den einzelnen Gruppen kann gemacht werden [2]:

Dorsolaterale Gruppe:

M. gluteus maximus

M. gluteus medius

M. gluteus minimus

M. tensor fasciae latae

Mediale (pelvitrochantäre) Gruppe:

M. piriformis

M. obturatorius internus

M. gemellus superior

M. gemellus inferior

M. quadratus femoris

M. obturator externus

Im Folgenden werden die einzelnen Muskeln hinsichtlich Ursprung/Ansatz, Verlauf und Funktion sowie Innervation dargestellt werden. Dies dient dem besseren Verständnis der Anatomie des Hüftgelenkes.

Dorsolaterale Gruppe:

M. gluteus maximus:

Der Musculus gluteus maximus entspringt an der dorsalen Fläche des Os sacrum sowie an einem kleinem Areal des dorsalen Os ilium von der Linea glutea posterior, der Fascia thoracolumbalis und dem Ligamentum sacrotuberale und besteht aus zwei miteinander verwachsenen Teilen, der Pars sacro-iliaca und der Pars coccygea. Die Muskelfasern der Pars sacro-iliaca vereinigen sich lateral in einer breiten Endsehne, die in ihrem oberen Teil in die Fascia lata und den Tractus iliotibialis ausstrahlt. Die restlichen zwei Drittel des Muskels setzen an der Tuberositas glutealis an und gehen teilweise in das Septum intermusculare femoris laterale und von dort zur Linea aspera. Bezüglich seiner Funktion ist der M. gluteus maximus beteiligt an der Extension, der Außenrotation, der Abduktion (mit seinem oberen Anteil) sowie der Adduktion (mit seinem unteren Anteil) im Hüftgelenk. Er verhindert somit das Kippen des Beckens beim Gehen. Die Innervation erfolgt über den N. gluteus inferior [2, 19].

M. gluteus medius:

Der mittlere Gesäßmuskel hat die Form eines Fächers und entspringt sichelförmig an der Außenseite der Ala ossis ilii, zwischen den Lineae gluteae anterior und posterior sowie der Crista iliaca und findet seinen

Ansatz an der Aussenseite des Trochanter major. In seinem hinteren Abschnitt wird der M. gluteus medius vom M. gluteus maximus bedeckt. Als mittlerer Gesäßmuskel übernimmt er die Funktion der Abduktion, Innenrotation, Außenrotation sowie Flexion und Extension im Hüftgelenk und verhindert somit ebenfalls wie der M. gluteus maximus das Kippen des Beckens beim Gehen. Die nervale Versorgung erfolgt über den N. gluteus superior [2, 19].

M. gluteus minimus:

Der kleine Gesäßmuskel befindet sich fast vollständig versteckt unter dem M. gluteus medius. Er entspringt zwischen Linea glutea anterior und inferior und setzt ventral der Spitze des Trochanter major an. Der M. gluteus minimus ist oftmals mit dem M. piriformis und dem M. gluteus medius verwachsen. Gelegentlich findet sich auch eine seltene ventrale Abspaltung namens M. gluteus quartus. Der M. gluteus minimus stabilisiert in erster Linie den Hüftkopf in der Hüftgelenkspfanne. In Abhängigkeit davon, welcher Anteil des M. gluteus minimus gerade aktiv ist und in welcher Stellung sich der Femur in Bezug auf das Becken befindet, kann er die Funktion eines Beugers, Abduktors sowie Innen- oder Außenrotators im Hüftgelenk übernehmen. Die vielfältige Funktion des M. gluteus minimus begründet sich in der Verlaufsrichtung seiner Muskelfasern und deren Richtungsänderung an der Gelenkkapsel. Innerviert wird der kleine Gesäßmuskel wie auch der M. gluteus medius vom N. gluteus superior [1, 2, 19].

M. tensor fasciae latae:

Der so genannte „Sprinter-muskel“ ist ein circa 15-20 cm langer und in etwa 4-7 cm breiter, platter Muskel, welcher am seitlichen Rand der Spina iliaca anterior superior entspringt, in einer eigenen Loge der Fascia lata liegt, vor dem Trochanter major nach distal verläuft, und einige Zentimeter caudal mit seiner Endsehne am Tractus iliotibialis ansetzt. Embryologisch gesehen ist er eine Abspaltung des M. gluteus medius. Er übernimmt im Hüftgelenk die Funktion des Beugers, Innenrotators und Spanner der Fascia lata. Teilweise kann er einen Ausfall des M. iliopsoas kompensieren. Die Innervation erfolgt über den N. gluteus superior [2, 19].

Mediale (pelvitrochantäre Gruppe):

M. piriformis:

Der Muskel, mit der Form einer Birne, entspringt an der Vorderseite des Os sacrum am 2. bis 4. Kreuzbeinwirbel. Er hält durch seine Funktion und Lage die Foramina sacralia anteriora frei und gewährleistet somit einen freien Austritt der Sakralnerven. Er inseriert zwischen M. gluteus medius und minimus an der Innenseite der Spitze des Trochanter major. In seinem Verlauf verlässt der M. piriformis das kleine Becken durch das Foramen ischiadicum majus und unterteilt es in ein Foramen suprapiriforme und in ein Foramen infrapiriforme. Er zählt zu den Außenrotatoren und Abduktoren im Hüftgelenk und wird vom N. ischiadicus und/oder direkten Ästen aus dem Plexus sacralis innerviert [2, 19].

M. obturatorius internus:

Der innere Hüftlochmuskel ist ontogenetisch betrachtet ähnlich wie der M. piriformis in das kleine Becken eingewandert und verlässt dieses durch das Foramen ischiadicum minus. Er entspringt im Becken an der Innenseite der Membrana obturatoria und deren Knochenrahmen. In seinem Verlauf biegt er nach Durchtritt durch das kleine Becken um den Tuber ischiadicum, welcher ihm als Hypomochlion dient, und setzt zusammen mit dem M. obturator externus an der Innenseite der Spitze des Trochanter major an. Der M. obturatorius internus gilt als drittstärkster Außenrotator und zudem als schwacher Adduktor und bei Hüftbeugung als Abduktor im Hüftgelenk. Die Innervation erfolgt über direkte Äste des Plexus sacralis [2, 19].

M. gemellus superior und inferior:

Der obere Zwillingsmuskel entspringt von der Spina ischiadica, der Untere vom obersten Bereich des Sitzbeinhöckers. Zusammen verbinden sie sich mit der Endsehne des M. obturatorius internus und finden so ihren gemeinsam Ansatz an der Innenseite der Spitze des Trochanter major. Sie sind beide Außenrotatoren und werden wie der M. obturatorius internus von direkten Ästen des Plexus sacralis innerviert [2, 19].

M. quadratus femoris:

Der vierseitige Schenkelmuskel entspringt am Tuber ischiadicum und inseriert unterhalb des Trochanter major an der Crista intertrochanterica. Er ist zweitstärkster Außenrotator und schwacher Adduktor im Hüftgelenk und wird vom N. ischiadicus nerval versorgt [2, 19].

M. obturator externus:

Der äußere Hüftlochmuskel entspringt außen am Knochenrahmen des Foramen obturatum und an der Membrana obturatoria. Nach dorsalem Verlauf um den Schenkelhals erfolgt die Insertion an der lateralen Innenseite des Trochanter major, der Fossa trochanterica. Der M. obturator externus liegt verborgen unter dem M. quadratus femoris und dem M. gemellus inferior und übt im Hüftgelenk die Funktion der Außenrotation sowie der Adduktion aus. Die Innervation erfolgt über den N. obturatorius [2, 19].

2.2 Pathologie des Hüftgelenkes

Bei den Erkrankungen des Hüftgelenkes muss grundsätzlich zwischen angeborenen und konstitutionell bedingten Störungen sowie erworbenen Störungen unterschieden werden.

Zu den angeborenen und konstitutionell bedingten Erkrankungen des Hüftgelenkes zählen die frühkindliche Hüftdysplasie (so genannte angeborene Hüftluxation), die Coxa vara congenita, die Coxa antetorta (pathologische Vergrößerung des Antetorsionswinkels des Schenkelhalses ohne nachweisbare Hüftdysplasie), die idiopathische Hüftkopfnekrose (Morbus Perthes), die jugendliche Hüftkopflösung (Epiphysiolysis capitis femoris) sowie die idiopathische Protrusio acetabuli.

Zu den erworbenen Störungen des Hüftgelenkes zählen die lagebedingten Deformitäten (wie zum Beispiel die Abduktions-Außenrotations-Beugefehlstellung bei der Querschnittslähmung, vor allem im Kindesalter), tuberkulöse und andere bakterielle Coxitiden, die Säuglingscoxitis, die Coxitis

fugax, die idiopathische Hüftkopfnekrose des Erwachsenen, Verletzungen und Verletzungsfolgen, Femurdefekte- und Fehlstellungen und nicht zuletzt die Coxarthrose als die häufigste aller Störungen im Bereich des Hüftgelenkes. Da auch die Coxarthrose, genauer gesagt die primäre Coxarthrose, als Einschlusskriterium für die Studie galt, soll im Folgenden insbesondere auf das Krankheitsbild der Coxarthrose (*Arthrosis deformans coxae*, *Hüftgelenksarthrose*) näher eingegangen werden [11].

2.2.1 Ätiologie, Epidemiologie und Klassifikation

Von der Coxarthrose betroffen sind überwiegend ältere und sehr alte Menschen mit einem Alter von > 70 Jahren. Man differenziert zwischen idiopathischer, primärer Coxarthrose und sekundärer Coxarthrose. Der primären bzw. idiopathischen Coxarthrose liegt als Ursache eine anlagebedingte Minderwertigkeit des Gelenkknorpels ohne Vorerkrankungen am Hüftgelenk zugrunde. Gefördert wird die Entwicklung einer primären degenerativen Veränderung am Hüftgelenk vor allem durch Risikofaktoren wie Adipositas, Überlastung und hohes Alter. Eine sekundäre Coxarthrose entsteht im Rahmen von Vorerkrankungen am Hüftgelenk. Diese Vorerkrankungen führen durch Veränderungen an der Hüftgelenksachse sowie der damit verbunden einseitigen Fehl- und Überbelastung zur präarthrotischen Degeneration im Hüftgelenk. Beispielhaft hierfür sind z. B. die Epiphysiolysis capitis femoris, der Morbus Perthes, die kongenitale Hüftluxation, die rheumatoide Arthritis, Schenkelhalsfrakturen sowie idiopathische Hüftkopfnekrosen. Präarthrotische Deformitäten sind unter anderem auch die Coxa valga, vara oder antetorta sowie eine Protrusio acetabuli [11].

2.2.2 Klinik

Initiale Symptome einer Coxarthrose sind belastungsabhängige Schmerzen mit Bewegungseinschränkung. Die Einschränkung der Hüftgelenksbeweglichkeit betrifft in zunehmendem Maße die Extension, Innenrotation und die Flexion. Des Weiteren beschreiben einige Patienten inguinale Schmerzen, die über den vorderen Oberschenkel bis hin zum Kniegelenk ausstrahlen, wobei Schmerzen an sich nicht verpflichtend für die Coxarthrose sind. Das Ausmaß einer meist vorliegenden Begleitsynovialitis ist

verantwortlich für die Schmerzintensität bei Hüftgelenksarthrose. Erst im Spätstadium kommt es zur Verringerung der täglichen Gehstrecke und damit einhergehender Verminderung der Lebensqualität [11].

2.2.3 Diagnostik bei Coxarthrose

Neben bildgebenden Verfahren nimmt vor allem die klinische Untersuchung des Hüftgelenkes einen hohen Stellenwert in der Diagnostik bei Coxarthrose ein. Patienten geben zumeist Schmerzen bei der Überprüfung der Gelenkbeweglichkeit an, am stärksten zumeist während der Rotation im Hüftgelenk. Weiterhin kann bei einigen Patienten ein Druckschmerz über dem Trochanter major sowie ein Pfannenkompressionsschmerz ausgelöst werden. Untersuchungstechnisch findet sich oftmals ein positives Drehmann-Zeichen und ein positiver Thomas-Handgriff als Zeichen aufgehobener Innenrotationsfähigkeit bei Hüftarthrose bzw. als Zeichen einer vorhandenen Beugekontraktur im degenerativ veränderten Hüftgelenk. Nach einer erfolgten klinischen Untersuchung werden bildgebende Verfahren zur Sicherung der Diagnose herangezogen. Die höchste Bedeutung kommt hierbei der Röntgenuntersuchung des Hüftgelenkes in 2 Ebenen zu, wodurch man oftmals auch bereits sekundäre Ursachen einer Coxarthrose abgrenzen kann. Röntgenologisch finden sich die typischen Arthrosezeichen mit Gelenkspaltverschmälerung, subchondraler Sklerosierung, Geröllzysten, Osteophyten sowie Weichteilverkalkungen und unter Umständen in einem fortgeschrittenen Stadium Deformierungen von Kopf und Pfanne. Nur in Ausnahmefällen werden MRT und CT als bildgebende Verfahren zur Diagnostik der Hüftgelenksarthrose eingesetzt. Eine Arthro-MRT wird vorwiegend bei Impingementsyndrom im Hüftgelenk eingesetzt. Eine CT zum Beispiel bei zentral fokaler Arthrose [8, 11].

2.2.4 Therapie bei Coxarthrose

Ist die Diagnose einer Coxarthrose nun mal gestellt, wird sich abhängig vom klinisch-radiologischen Befund entweder für ein konservatives oder ein operatives Vorgehen entschieden.

2.2.4.1 Konservative Therapie

Die konservativen Maßnahmen bei Coxarthrose setzen sich zusammen aus allgemeinen Maßnahmen, physikalischer Therapie, medikamentöser Behandlung und orthopädischer Hilfsmittelversorgung. Unter Allgemeinmaßnahmen versteht man eine Änderung der Lebensweise mit sportlicher Betätigung und Gewichtsreduktion bei zum Beispiel vorliegender Adipositas mit dem Hintergrund der muskelkräftigenden Gelenkmobilisierung sowie der Entlastung der Gelenke durch Verminderung des Körpergewichtes. Die Physikalische Therapie bietet ein großes Spektrum an konservativen Therapiemöglichkeiten bei Coxarthrose. Anwendung finden neben Kälte- und Wärmebehandlungen, Massagen, Ultraschalltherapie auch balenophysikalische Therapie, Gang- und Haltungsschulung sowie medizinische Trainingstherapie. Hintergrund der Physikalischen Therapie ist eine Steigerung der Beweglichkeit im eingeschränkten Gelenk mit gleichzeitiger Stabilisierung und Kräftigung der hüftumgreifenden Muskulatur. Zugleich erhofft man sich durch Ultraschallbehandlungen eine gewisse Linderung der Schmerzsymptomatik. Von medikamentöser Seite bedient man sich zum einen der oralen Verabreichung von nichtsteroidalen Antirheumatika (z. B. Voltaren resinat, Arcoxia etc.) und zum anderen der Verwendung von Salben auf steroidaler und nichtsteroidaler Basis. Gelegentlich finden auch intraartikuläre Injektionen mit Analgetika und entzündungshemmenden Stoffen Anwendung bei der konservativen Therapie der Coxarthrose. Letztere sind jedoch nach strenger Indikationsstellung mit besonderer Vorsicht zu genießen. Nicht selten entwickeln sich trotz aller hygienischen Maßnahmen infektiöse Koxitiden nach intraartikulärer Injektion. Nicht zu vernachlässigen ist ebenfalls die orthopädische Hilfsmittelversorgung. Hierbei finden Silikonfersenkissen oder Einlagen von zum Beispiel im Rahmen der Coxarthrose entstandenen Beinlängendifferenzen zu deren Ausgleich Anwendung. Zudem besteht auch die Möglichkeit einer Absatzerhöhung bei Beinlängendifferenzen, welche nicht mehr mit herkömmlichen Einlagen korrigiert werden können. Weitere

Hilfsmittel wären zum Beispiel ein Gehstock oder Unterarmgehstützen zur Sicherung der Koordination und der Fortbewegung sowie gegebenenfalls der Entlastung des degenerativ veränderten Gelenkes. Alle Möglichkeiten der konservativen Therapie sollten, soweit indiziert, vor Beginn einer operativen Therapie der Coxarthrose in Anspruch genommen werden [11].

2.2.4.2 Operative Therapie

Die operativen Möglichkeiten bei Coxarthrose sind zum einen abhängig vom klinisch-radiologischen Befund und zum anderen von der zur Coxarthrose führenden Ursache. Allgemein tendiert man bei jüngeren Patienten eher zu gelenkserhaltenden Therapiemethoden wie zum Beispiel der intertrochantären Umstellungsosteotomie mit Verkleinerung des Schenkelhalswinkels (zum Beispiel im Rahmen einer Dysplasiecoxarthrose) mit dem Ziel einer besseren Einstellung des Hüftkopfes in der Pfanne. Seltener finden Arthrodesen oder der Einsatz von zementfreien Totalendprothesen Einsatz in der operativen Therapie der Coxarthrose bei jüngeren Menschen. Bei älteren Menschen ist bei Diagnosestellung einer Hüftgelenksarthrose mit operativer Indikation die Alloarthroplastik mit Totalendprothesen die Therapie der Wahl. Grundsätzlich kann hier zwischen zementierten (Pfanne und Schaft zementiert) und nicht zementierten (Pfanne und Schaft nicht zementiert) Hüfttotalendprothesen sowie Totalendprothesen mit Hybridsystem (Kombination eines zementierten Schaftes und einer unzementierten Pfanne) unterschieden werden. Aufgrund der stetigen Fortschritte und Neuerungen im Bereich der Hüftendoprothetik haben sich in den letzten Jahren auch zunehmend Änderungen bezüglich der operativen Zugangswege bei Implantation einer Hüfttotalendoprothese ergeben, die jedoch zu einem späteren Zeitpunkt noch eingehend erläutert und beurteilt werden. Viel wichtiger ist zunächst, wann die Indikation für die operative Versorgung einer Coxarthrose mittels Totalendoprothese gegeben ist. Dies soll im Folgenden beschrieben werden [11].

2.2.5 Indikation

Ob und wann ein Patient ein künstliches Hüftgelenk bei Diagnose einer Coxarthrose erhält, ist fast ausschließlich abhängig vom subjektiven Schmerzempfinden des Patienten sowie vom Ausmaß der Bewegungseinschränkung im betroffenen Hüftgelenk. Prinzipiell sollten

Patienten mit nur geringer Symptomatik und so gut wie keinerlei Einschränkungen im Alltag abwartend mit regelmäßigen Röntgenkontrollen behandelt werden. Bei Patienten mit mäßiger Symptomatik und ab und an Alltagsbeeinträchtigungen sollten Gespräche über die Vor- und Nachteile eines künstlichen Gelenkersatzes gestellt werden. Die Entscheidung zur elektiven Operation liegt dann beim Patienten. Sollten jedoch zum Beispiel im Rahmen der Coxarthrose Knochendefekte am Acetabulum mit dem Risiko der Fraktur entstanden sein, sollte trotz vielleicht nur geringer Symptomatik die Indikation zur TEP-Implantation gestellt werden. Zusammengefasst lässt sich sagen, dass die Entscheidung zur HTEP-Implantation individuell für jeden Patienten separat unter Berücksichtigung sämtlicher Faktoren gestellt werden muss [8].

2.3 Ätiologie und Epidemiologie der Hüftendoprothetik

Der Ersatz des Hüftgelenkes mit einer Totalendoprothese gilt heutzutage bereits als Standardeingriff mit weiterhin steigenden Zahlen. Nur in Deutschland werden mittlerweile mehr als 200 000 Hüftgelenksprothesen pro Jahr implantiert (im Jahre 2006 waren es noch um die 160 000 Hüftgelenksprothesen pro Jahr). Das würde bedeuten, eine ungefähre Bevölkerungszahl von 82 Millionen vorausgesetzt, dass etwa bei jedem 5. Bürger der BRD im Laufe seines Lebens ein künstlicher Hüftgelenkersatz durchgeführt wird. Ursachen für die stetig zunehmende Anzahl von Hüftgelenksendoprothesen sind zum einen das höhere Lebensalter der Bevölkerung und zum anderen eine Vielzahl von oft exzessiv ausgeübten high-risk Sportarten, wie zum Beispiel Fußball, Squash, Tennis, Handball, Skifahren etc., die zu einer Überbelastung und vorzeitigen Abnutzung des Hüftgelenkes führen [8].

2.4 Operative Verfahren in der Hüftendoprothetik

In den letzten Jahren konnten bezüglich der Entwicklung möglichst haltbarer Implantate und der Erarbeitung von Nachbehandlungsschemata bereits gute Ergebnisse erzielt werden. So ist es nicht verwunderlich, dass in letzter Zeit neben den bereits bekannten klassischen Operationszugangswegen die Minimierung der Zugangswege und somit auch die minimal-invasive Operationsmethode immer mehr an Bedeutung gewinnt. Als Motivation für die

zunehmende Anwendung der minimal-invasiven Technik wird neben dem allseits bekannten verbesserten kosmetischen Ergebnis vor allem auch die schnellere Rehabilitation durch ein weichteil- und knochenschonenderes Verfahren angegeben. Nicht zuletzt trugen die Weiterentwicklung zu neueren und kleineren Prothesentypen sowie die Einführung des Navigationssystems wesentlich zur Etablierung und zunehmenden Anwendung der minimal-invasiven Operationstechnik bei. Trotzdem sind die minimal-invasiven Operationsverfahren ähnlich wie die klassischen Operationsverfahren mit Vor- und Nachteilen sowie Komplikationen verbunden, unabhängig von der Länge des Hautschnittes oder der Schonung der Muskulatur und des Weichteilgewebes. Grundsätzlich unterscheidet man folgende minimal-invasive und konventionelle Zugangswege am Hüftgelenk bei Durchführung einer erstmaligen Implantation einer Hüftgelenktotalendoprothese:

Minimal-invasive Zugangswege [18]:

1. Ventraler minimal-invasiver Zugang
2. Anterolateraler minimal-invasiver Zugang als One-, Two-, oder Three-Incision-Technik
3. Transglutaealer minimal-invasiver Zugang
4. Medialer minimal-invasiver Zugang
5. Dorsaler minimal-invasiver Zugang

Konventionelle Zugangswege [22]:

1. Iliofemorale Zugang
2. Anterolaterale Zugang
3. Laterale Zugang
4. Transglutaeale Zugang
5. Posterolaterale Zugang
6. Posteriorer Zugang

Natürlich gibt es bei einigen Zugangswegen zahlreiche Modifikationen, die entsprechenden Operationsfibeln entnommen werden können.

Im Rahmen der Einführung der minimal-invasiven Operationstechnik zur endoprothetischen Versorgung des Hüftgelenkes wurden bislang schon

zahlreiche Untersuchungen hinsichtlich Vor- und Nachteilen der jeweiligen Zugangsarten angestellt. Die wesentlichsten Vor- und Nachteile der verschiedenen minimal-invasiven Zugänge werden im Folgenden dargestellt [8]:

1. Medial:

Vorteil: geringe Luxationstendenz

Nachteil: geringe Übersicht auf die Pfanne sowie deutliche eingeschränkte Implantatwahl (kein Geradschaft)

2. Ventral:

Vorteil: meist gute Einsicht auf die Pfanne

Nachteil: deutlich eingeschränkte Implantatwahl (kein Geradschaft)

3. Two-Incision-Technik:

Vorteil: einfache Schaftimplantation (auch Geradschaft möglich)

Nachteil: größeres Weichteiltrauma
ungünstigeres kosmetisches Ergebnis bei 2 Hautinzisionen

4. Anterolateral:

Vorteil: geringes Muskeltrauma, potenziell besseres Ergebnis
Geradschäfte verwendbar

Nachteil: eingeschränkte Schaftexposition
oft gewinkelte Pfannenfräse erforderlich

5. Lateral:

Vorteil: Geradschäfte verwendbar
gerade Pfannenfräse verwendbar

Nachteil: Muskeltrauma am M. gluteus medius und minimus
(glutaeale Insuffizienz möglich)

6. Posterior:

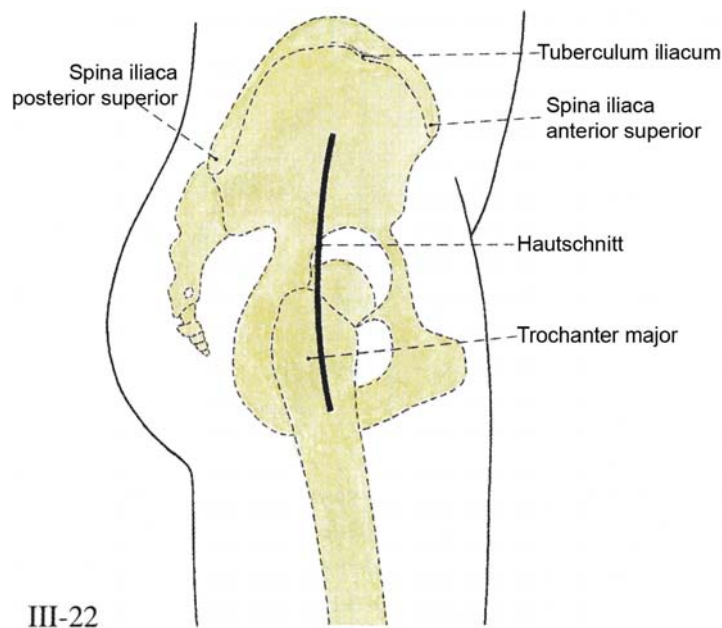
Vorteil: Geradschäfte verwendbar

Nachteil: Muskeltrauma
oft erhöhtes Risiko einer posterioren Luxation
Zugang oft etwas länger erforderlich (meist 9 cm)

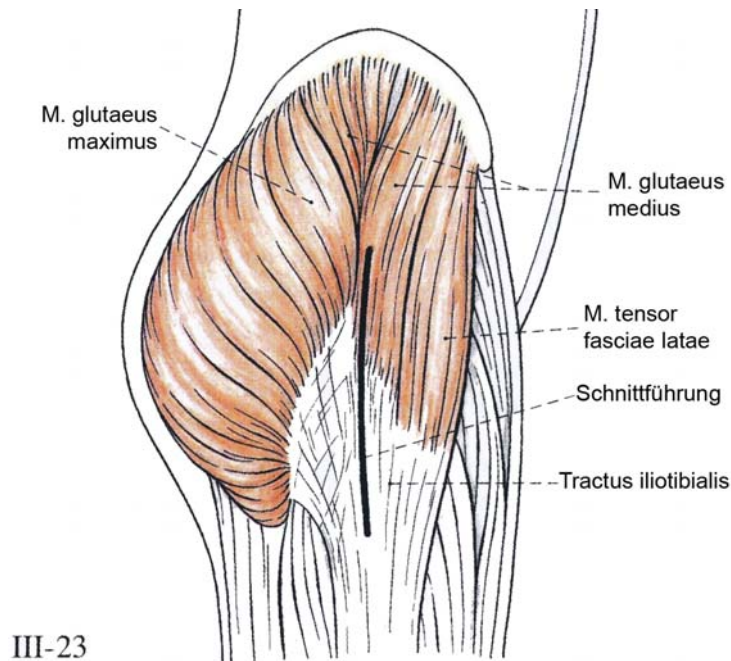
Nun werden die in der Studie untersuchten operativen Zugangsarten (konventioneller transglutaealer Zugang und minimal-invasiver anterolateraler Zugang nach Watson-Jones) hinsichtlich des operativen Vorgehens nochmals im Detail dargestellt.

2.4.1 Klassischer transglutaealer Zugangsweg

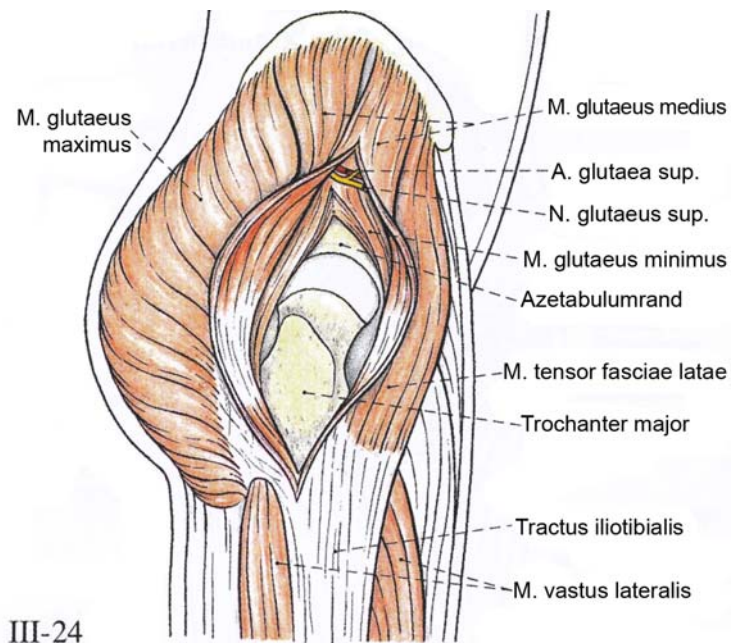
Der transglutaeale Zugangsweg wird zur endoprothetischen Versorgung des Hüftgelenkes eingesetzt. Bei dieser Zugangsart liegt der Patient in Rückenlage mit leicht erhöhtem Becken. Der Hautschnitt erfolgt über der Außenseite des Hüftgelenkes, circa 5-6 cm oberhalb und unterhalb des Trochanter major.



Danach erfolgt die Inzision der Faszie. Das Bein sollte hierbei stets in Innenrotation gehalten werden, um eine Schnittführung über der Mitte des Trochanter major zu gewährleisten. Im Anschluss daran erfolgt die Darstellung und Spaltung des M. gluteus medius in Faserrichtung von distal nach proximal sowie die Schnittweiterführung nach distal mit Spaltung des M. vastus lateralis. Dabei wird gleichzeitig die Sehne des M. gluteus medius und des M. vastus lateralis vom ventralen Drittel des Trochanter major etwas nach ventral mit dem Raspatorium abgeschoben.



Nach Präparation der anterolateralen Gelenkkapsel erfolgt nach Weghalten von M. gluteus medius die Spaltung des M. gluteus minimus im distalen Anteil. Hierdurch ist die Darstellung der Gelenkkapsel möglich, die dann in Längsrichtung T-förmig inzidiert wird.



Nun wird das Hüftgelenk durch Anspreizung, Beugung und Außenrotation nach vorne luxiert und es kann daraufhin mit der eigentlichen Implantation der Hüftgelenksendoprothese begonnen werden. Zusammengefasst wird bei dieser Zugangsmethode vorwiegend der M. gluteus medius, sowie der M.

glutaeus minimus in Mitleidenschaft gezogen. Oftmals resultiert daraus eine postoperative gluteale Insuffizienz mit positivem Trendelenburg-Zeichen. Vorteil dieser Methode ist ein auf die Operation bezogener geringer Blutverlust sowie eine achsengerechte Übersicht von Hüftkopf und proximalem Femur [22].

2.4.2 Der anterolaterale minimal-invasive Zugang (nach Watson-Jones)

1936 wurde dieser Zugang bereits von Watson-Jones beschrieben. In der Folgezeit wurde er im Rahmen der fortschreitenden Endoprothetik mehr und mehr modifiziert. Der Patient befindet sich bei diesem Zugangsweg in Rückenlage. Prinzipiell kann diese operative Zugangsmethode in One-, Two- oder Three-Incision-Technik durchgeführt werden. Grundsätzlich jedoch gilt folgendes:

Der bogenförmige Hautschnitt mit einer Länge von ca. 5-8 cm verläuft von einem Punkt unmittelbar distal der Spina iliaca anterior superior zum Trochanter major. Der Tractus iliotibialis wird in Längsrichtung durchtrennt.

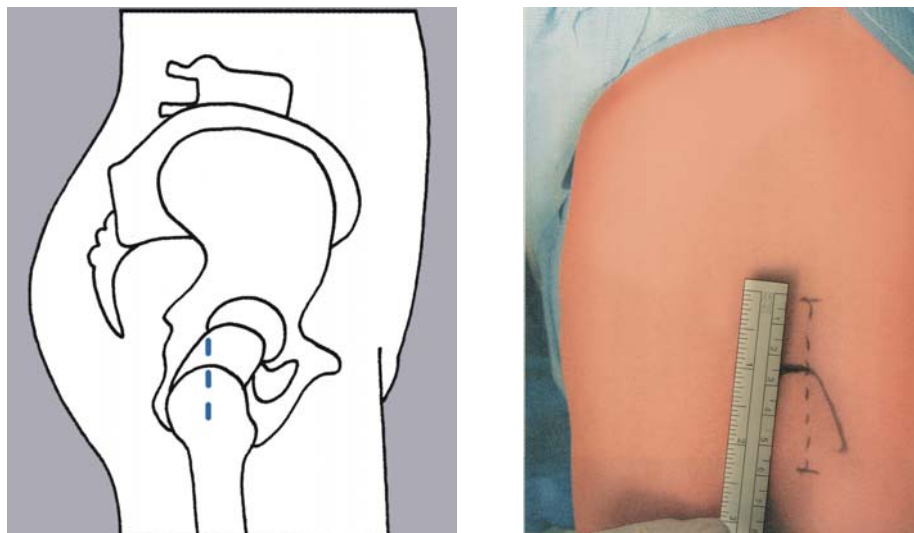


Bild: Hautschnitt bei minimal-invasivem Zugang [9].

Danach wird stumpf zwischen M. tensor fasciae latae und dem Vorderrand des M. gluteus medius eingegangen, ohne dabei den M. tensor fasciae latae zu spalten. Die danach zum Vorschein kommenden Muskelfasern der Glutaealmuskulatur werden ventral am Trochanter major deinsertiert, womit eine Darstellung der Gelenkkapsel, welche in T- oder H-Form inzidiert wird,

möglich gemacht wird. Nun beginnt die eigentliche Präparation und Implantation der Hüftprothese. Die Schaftpräparation erfolgt hierbei in maximaler Außenrotation des Beines.

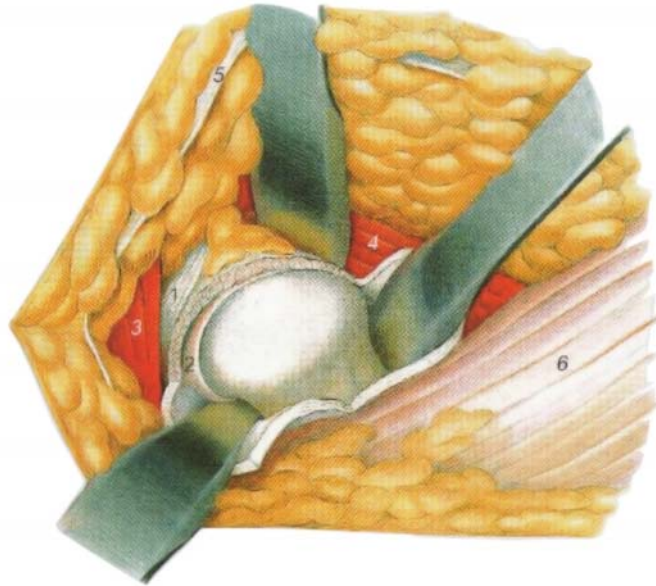


Bild: Blick auf die eröffnete ventrale Gelenkkapsel über einen anterolateralen Zugang . 1 Caput reflexum des M. rectus femoris, 2 Limbus, 3 Vorderrand des M. gluteus medius, 4 Mm. rectus femoris und iliopsoas, 5 Fascia lata, 6 M. vastus lateralis [18].

Weitere Methoden des anterolateralen minimal-invasiven Zugangswegs sind neben der bereits beschriebenen One-Incision-Technik, die Two- und Three-Incision-Technik. Bei der Dual-Incision-Technik wird die Inzision der One-Incision-Technik ergänzt durch eine proximal der Hauptinzision gelegene Stichinzision mit dem Ziel einer leichteren Schaftpräparation. Sie wird unmittelbar oberhalb des Trochanter major des ausgelagerten Beines angelegt.

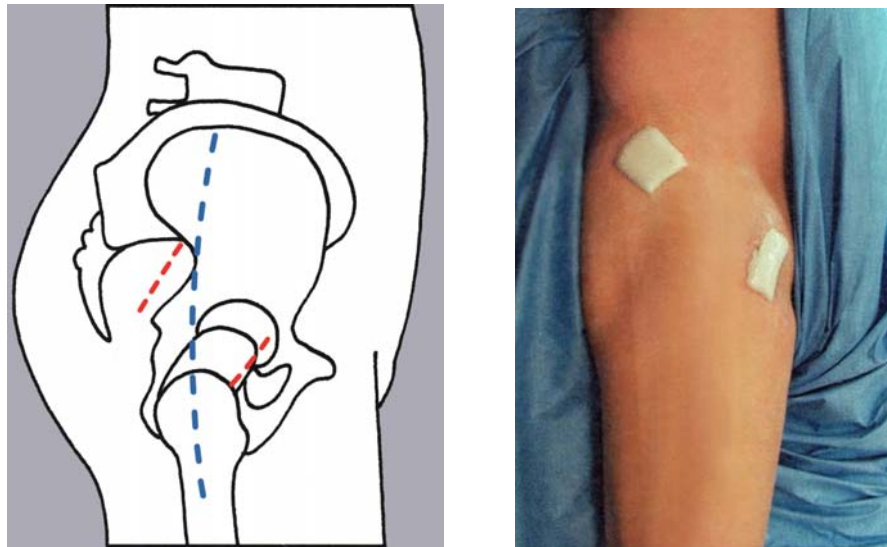


Bild: Hautschnitt bei der Two-Incision-Technik [9]

--- MIS-2-Inzision --- konventionelle Operation

Die Hüftprothesenimplantation über drei Inzisionen (Three-Incision-Technik) ergänzt die Two-Incision-Technik mit einer distal der Hauptinzision gelegenen Inzision. Mit Hilfe dieser dritten Inzision können Pfannenfräsen und Einschlaginstrumente eingeführt werden, die den Fräsvorgang und die Positionierung der Prothese durch die kleine bereits bestehende ventrale Hauptinzision möglich machen [9].

Zusammengefasst stellt der anterolaterale minimal-invasive Zugangsweg an sich eine weichteil- und muskelschonende Variante dar, bei der M. gluteus medius und minimus im Vergleich zum konventionellen transglutaealen Zugangsweg nicht in Mitleidenschaft gezogen werden. Ein intraoperativ geringeres Muskeltrauma führt postoperativ damit zu einem besseren funktionellen Ergebnis [8].

Bezüglich der Häufigkeit des Auftretens von Komplikationen vor, während und nach Hüftprothesenimplantation bei konventionellen versus minimal-invasiven Operationsverfahren wurden in der Vergangenheit schon zahlreiche Untersuchungen angestellt. Grundsätzlich jedoch sind beide Methoden sicher, wobei vielen Studien zu Folge minimal-invasive Operationsverfahren mit geringerem intraoperativem Blutverlust sowie geringeren postoperativen Schmerzen einhergehen [3, 4, 23]. Nachfolgend sollen nun die häufigsten Komplikationen während sowie nach operativer Versorgung des Hüftgelenkes

mit einer Totalendoprothese, wie sie bei klassischen und minimal-invasiven Operationsverfahren gleichermaßen auftreten können, dargestellt und erläutert werden.

2.5 Komplikationen der Hüftendoprothetik

Grundsätzlich differenziert man intra- von postoperativen Komplikationen während und nach Implantation einer Hüftgelenktotalendoprothese. Zu den intraoperativen Komplikationen zählen neben Verletzungen von Gefäß- und Nervenstrukturen vor allem die intraoperative Femurschaftfraktur sowie die intraoperative Trochanterabsprengung [8]. Während sich intraoperative Verletzungen von größeren Gefäßen unmittelbar mit plötzlich einsetzender und schwer zu stillender Blutung bemerkbar machen, werden die Folgen von Nervenschädigungen meist erst postoperativ durch das Auftreten von Lähmungen und bzw. oder sensiblen Defiziten (Hypästhesie, Kribbelparästhesie etc.) ersichtlich. Gefährdet ist bei Implantation einer Hüftprothese vorwiegend der Nervus femoralis sowie der Nervus peroneus. Ein Schaden des Nervus femoralis entsteht meist während des lateralen Zuganges zum Hüftgelenk. Als Innervator des Musculus quadriceps femoris führt er bei Schädigung zur mangelnden Kniegelenkstabilität. Beim posterioren Zugang hingegen ist vor allem der N. ischiadicus in Gefahr, verletzt zu werden. Ist dies der Fall, kann sich daraus ein N. peroneus-Schaden (N. ischiadicus gibt den N. peroneus in Höhe der Kniekehle ab) mit konsekutiver Fußheberschwäche entwickeln [24]. Intraoperative Femurschaftfrakturen entstehen vor allem beim Raspeln oder dem Einschlagen von zementfreien Prothesenschäften. Die Fraktur macht sich meist durch ein „Knacken“ und einen Widerstandsverlust der Raspel bemerkbar. Die Bruchlinie zieht sich oftmals bis zum proximalen Femur durch und ist somit intraoperativ sichtbar. Hingegen bleiben Frakturen im distalen Femur häufig unentdeckt. Um dies zu verhindern wird empfohlen, die intraoperative Röntgenkontrolle über die Prothesenspitze hinaus bis hin zum distalen Femur auszuweiten. Behandelt werden intraoperative Schaftspaltungen in der Regel mit Cerclagen und initialer Entlastung bzw. Teilbelastung in der Nachbehandlung [8]. Im Vergleich dazu treten die intraoperativen Trochanterabsprengungen meist während des Raspelns auf. Gründe hierfür sind die Schwäche des Knochens im Rahmen der Schaftpräparation sowie die hohe Spannung der dort inserierenden

Muskulatur (z. B. M. piriformis, M. gluteus maximus) in Luxationsstellung. Kleinere Trochanterabsprengungen werden meist nur reseziert. Größere hingegen erfordern meist eine Reposition und eine Fixation mittels Zuggurtung. Dabei ist besonders auf eine optimale Rekonstruktion der dort ansetzenden glutealen Muskulatur zu achten [8]. Neben den erwähnten häufigsten intraoperativen sind auch die postoperativen Komplikationen von großer Bedeutung. Hierzu zählen neben tiefen Beinvenenthrombosen, oberflächlichen und tiefen Wundinfektionen, auch Luxationen, heterotope Ossifikationen sowie subcutane bzw. subfasciale Hämatome. Sehr häufig treten tiefe Beinvenenthrombosen im Rahmen von orthopädischen Eingriffen insbesondere am Hüftgelenk auf. Sie entwickeln sich durch eine mangelnde Aktivität der Muskelvenenpumpe im Rahmen der Immobilität oder aber auch der Teilbelastung am operierten Bein. Nicht zu vernachlässigen sind auch vorbestehende Erkrankungen der Blutgerinnung wie zum Beispiel Faktor-V-Leiden oder ein Mangel an Protein C oder S. Eine weitaus größere Gefahr besteht im Ablösen eines Thrombus aus dem tiefen Beinvenensystem mit konsekutiver Lungenembolie, die unter Umständen auch letal enden kann. Um der Entstehung einer TVT und deren Folgen entgegenzuwirken, ist eine medikamentöse Thromboseprophylaxe mit niedermolekularem Heparin, die Frühmobilisation des Patienten sowie das Tragen von Kompressionsstrümpfen (es sei denn es bestehen Kontraindikationen) obligat [24]. Auch Infektionen nach Primärimplantation von Hüftgelenktotalendoprothesen sind mit 1% Häufigkeit zwar selten, aber dennoch ernst zu nehmen. Oftmals erfordern Frühinfektionen eine umgehende operative Revision. Um das Risiko eines postoperativen Infektes im Hüftgelenk oder den umliegenden Weichteilen zu mindern, bedient man sich heutzutage der perioperativen Antibiotikaprophylaxe (im europäischen Raum meist Cefuroxim 1,5 g i.v. als Single-Shot-Gabe) etwa 15-30 Minuten vor dem Hautschnitt. Studien haben gezeigt, dass längere Gaben keinen weiteren Nutzen erbringen und zudem die Komplikationsrate hinsichtlich Blutungen im GI-Trakt oder pseudomembranöser Enterokolitis steigt [8]. Häufiger als postoperative Frühinfektionen sind heterotope Ossifikationen. Leichtere Formen davon treten mit einer Inzidenz von bis zu 43% auf. Ausgedehnte und somit therapiebedürftige Ossifikationen findet man eher selten (Inzidenz bei etwa 1%). Um der Ausbildung von periartikulären Verkalkungen vorzubeugen, ist heutzutage eine perioperative Gabe eines NSAR bis zu 14 Tage postoperativ obligat. Bei Patienten mit eingeschränkter

Nierenfunktion oder erhöhtem Risiko für die Ausbildung von Verkalkungen (z. B. Ossifikation auf der Gegenseite) wird eine präoperative Bestrahlung mit einer Dosis von 7 Gy direkt vor dem operativen Eingriff empfohlen. Längerfristig betrachtet sollte vor allem bei Bewegungseinschränkung im Hüftgelenk eine operative Entfernung der Kalkdepots in Erwägung gezogen werden. Hierbei sollte jedoch vorher ein Skelettszintigramm erfolgen, um eine Aktivität der Kalkdepots auszuschließen und somit Rezidiven vorzubeugen [24]. Subcutane bzw. subfasciale Hämatome mit einem Inhalt von >100 ml sollten unverzüglich ausgeräumt werden, insbesondere auch bei Anzeichen einer Infektion. Kleinere Hämatome können in der Regel konservativ mit Punktion und konsekutivem Kompressionsverband für 2 Tage behandelt werden [24]. Einen besonderen Stellenwert in Bezug auf die postoperativen Komplikationen nehmen die Frühluxationen ein. Diese treten an sich jedoch häufiger nach Revisionsoperationen mit TEP-Wechsel auf als nach der Primärimplantation von Hüftprothesen. Ursächlich für Frühluxationen ist oftmals eine vermehrte Beugung und Rotation im Hüftgelenk postoperativ, eine Fehlpositionierung von Pfanne, Kopf und Schaft sowie eine intraoperative Schädigung der Glutaealmuskulatur und dadurch insuffizienter Führung des künstlichen Hüftgelenkes. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen vorderer und hinterer Luxation. Vordere Luxationen sind meist die Folge nach lateralem bzw. anteriorem Zugangsweg. Hierbei kommt es nämlich zur Schwächung der vorderen Gelenkkapsel sowie der Innenrotatoren, das heißt eine kombinierte Außenrotation, Flexion und Adduktion kann eine vordere Luxation der HTEP verursachen. Hintere Luxationen hingegen entwickeln sich oftmals nach posteriorem Zugang, durch welchen die Außenrotatoren sowie die dorsale Gelenkkapsel in Mitleidenschaft gezogen werden. Prädisponierend für eine hintere Luxation bei posteriorem Zugangsweg ist somit eine Kombination aus Innenrotation, Flexion und Adduktion. Die spontane Luxation ist für den Patienten in der Regel sehr schmerzhaft und sollte unmittelbar unter Röntgenkontrolle sowie Analgesie (evtl. auch Kurznarkose) reponiert werden. Danach kann das Tragen einer Derotationsbandage für etwa 3 Monate (Tag und Nacht) empfohlen werden. Eine operative Intervention ist in den meisten Fällen bei spontaner, einmaliger Luxation nicht von Nöten. Operative Eingriffe mit eventuellem Wechsel und Ersatz der Prothesenkomponenten kommen meist erst nach mehrmaligen Luxationen trotz Einhalten der Anitluxationsprophylaxe in Frage [8, 24]. Nach Ausführung der typischen Komplikationen im Rahmen der Hüftgelenksendoprothetik werden

abschließend die postoperative Belastbarkeit nach HTEP sowie die Nachbehandlung beschrieben.

2.6 Nachbehandlung nach HTEP-Implantation

Als ausschlaggebend für ein gutes funktionelles Ergebnis nach Implantation einer Hüftgelenksporthese ist die Frühmobilisation ab dem ersten postoperativen Tag anzusehen. Dies ist vor allem für ältere Patienten von großer Bedeutung. Mittels täglicher physiotherapeutischer Behandlung sollte eine zügige Mobilisierung des Patienten aus dem Bett an den Gehwagen und anschließend an Unterarmgehstützen erfolgen. Um jedoch im Rahmen der durchgeführten Mobilisierungsmaßnahmen eine Frühluxation zu vermeiden, kommen entsprechende Hilfsmittel, wie zum Beispiel Toilettensitzerhöhung, Greifzange, Strumpfanziehhilfe, Sitzkissen oder höhenverstellbare Betten zum Einsatz. Bezüglich der postoperativen Belastungsfähigkeit des operierten Hüftgelenkes existieren die unterschiedlichsten operatorspezifischen Schemata. Grundsätzlich jedoch gilt für zementierte Prothesen eine sofortige Vollbelastung, während die Belastungsvorgaben für zementfreie Hüftprothesen sowie für Kurzschaft- oder Großkopfprothesen stark von Operateur zu Operateur variieren. Möglich sind zum Beispiel Vollbelastung, Teilbelastung von 15-20 kg für 6 oder gar 12 Wochen postoperativ. Nach der Erstbehandlung im Akutkrankenhaus ist in jedem Falle die Durchführung einer stationären Anschlussheilbehandlung in einem Rehabilitationszentrum erforderlich. Dort wird versucht, die Mobilität sowie die Muskelkraft im operierten Gelenk des Patienten durch eingehende balneophysikalische Therapie einhergehend mit Trainingstherapie um ein weiteres zu steigern. Auch können in diesem Zusammenhang postoperative Komplikationen wie zum Beispiel Fußheberschwächen mit konsekutiv pathologischem Gangbild speziell behandelt und gebessert werden. Ziel ist es weiterhin, den Patienten wieder an die Erledigung alltagsrelevanter Tätigkeiten heranzuführen. Röntgenkontrollen der implantierten Hüftprothese sollten in der Regel unmittelbar postoperativ, vor Verlegung in die Rehabilitationsklinik sowie 3 und 6 Monate postoperativ erfolgen. Im Anschluss daran sind jährliche Kontrollen durchaus ausreichend [8, 24]. Um die Lebensdauer einer Prothese möglichst lange zu erhalten, sollte nach erfolgter Prothesenimplantation frühesten 3 Monate postoperativ mit sportlicher Betätigung begonnen werden. In Anlehnung an die Empfehlung der Hip Society zählen zu den empfohlenen

Sportarten nach Hüft-TEP-Implantation Schwimmen, Wandern, Nordic Walking, Radfahren, Golf, Langlaufen (klassischer Stil) und Tanzen (Standardtänze). Zu den mit Einschränkungen durchzuführenden Sportarten zählen Ski alpin, Aerobic (low impact), Bergwandern (bergab kritisch), Tennis (kein Wettkampf), Rudern und Reiten (kein Galopp). Nicht empfohlene Sportarten sind Jogging, Ballsportarten, Kampfsportarten, Klettern, Gewichtheben und Squash [12].

3 Studiendesign, Patienten, Material und Methodik

3.1 Ziel der Studie

Mit Hilfe dieser Studie soll, wie bereits bei der Aufgabenstellung erwähnt, die Überlegenheit des muskelschonenden minimal-invasiven anterolateralen Zugangs zur Hüfte zur Implantation einer Hüftgelenksendoprothese zwischen M. tensor fasciae latae und M. gluteus medius (Therapiearm 1) gegenüber dem konventionellen transglutaealen Zugangsweg zur Hüfte (Therapiearm 2) gezeigt werden. Röntgenologisch sind die Vorteile des muskelschonenden Zugangs schlecht nachweisbar. Daher soll anhand dieser Studie mittels MRT, als ein gutes bildgebendes und strahlenfreies Verfahren, untersucht und gezeigt werden, ob der minimal-invasive anterolaterale Zugangsweg hinsichtlich Schonung der Muskelmanschette am Hüftgelenk dem konventionellen transglutaealen Zugangsweg überlegen ist.

3.2. Art der Studie

Bei der Studie handelt es sich um eine monozentrische, randomisierte, zweiarmige, prospektive und einfachblinde Studie mit unabhängigen Nachbeobachtern.

3.3. Patientenkollektiv

Die Kollektivgröße umfasst 14 Patienten (7 Patienten im Therapiearm 1 und 7 Patienten im Therapiearm 2). Es wurden nur Patienten zwischen 40 und 85 Jahren zur Studie zugelassen. Weiterhin wurden die Patienten nach folgenden Einschluss- bzw. Ausschlusskriterien zur Studie zugelassen bzw. davon ausgeschlossen:

3.3.1 Einschlusskriterien:

- Schriftliches Einverständnis
- Alter: ≥ 40 Jahre - ≤ 85 Jahre
- radiologisch und klinisch verifizierte primäre Coxarthrose
- bestehender Wunsch des Patienten zur endoprothetischen Hüftgelenkversorgung nach eingehender ärztlicher Beratung über Therapiealternativen

- keine anderweitigen Störungen des individuellen Gangmusters

3.3.2 Ausschlusskriterien:

- Alter: <40 Jahre und >85 Jahre
- Patienten mit Zustand nach Herzschrittmacherimplantation
- chronische Schmerzzustände aufgrund anderer Erkrankungen, die in ihrem Schweregrad gleich stark oder stärker ausgeprägt sind als die Hüftschmerzen und eine Analgetikatherapie erfordern
- Unfähigkeit, den Instruktionen im Rahmen der Studie zu folgen (z. B. mangelnde Sprachkenntnisse, Demenz, Zeitmangel)
- klinisch oder anamnestisch Hinweis auf maligne Erkrankungen, wie zum Beispiel Metastasen in der Wirbelsäule
- pathologische neurologische Befunde (z. B. Wurzelreizung, Lähmung oder Hypästhesie der unteren Extremität, positiver Lasègue, Claudicatio spinalis, Radikulitis, Meningitis etc.)
- Voroperationen am betroffenen Hüftgelenk
- Hinweise auf Entzündungen jeglicher Art
- Osteoporotische oder traumatische Wirbelkörperfraktur
- Missbildungen des Hüftgelenkes (Dysplasiecoxarthrose, posttraumatische Coxarthrose etc.)
- Patienten mit Analgetika-, Opiat- oder Drogenabhängigkeit bzw. Abusus
- Laufendes Widerspruchsverfahren- oder Entschädigungsverfahren bezüglich einer Rente

3.4. Studienablauf

Patienten mit primärer Coxarthrose und ohne Voroperation am betroffenen Hüftgelenk, die sich an der Orthopädischen Universitätsklinik Regensburg in Bad Abbach der elektiven Implantation einer Hüfttotalendoprothese unterziehen, wurden nach ausführlicher Information und schriftlichem Einverständnis, die Einschlusskriterien vorausgesetzt, in die Studie aufgenommen. Die Gesamtbeobachtungsdauer betrug für jeden Patienten fünf Wochen. Die Patienten wurden jedoch gebeten, gegebenenfalls auch zu einem späteren Zeitpunkt zur Nachuntersuchung zu erscheinen.

Noch am Tag der stationären Aufnahme erfolgte eine eingehende orthopädische Untersuchung, bei welcher dem Patienten alle für die Studie relevanten Frage- und Aufklärungsbögen ausgehändigt und gemeinsam mit dem Arzt ausgefüllt wurden. Basierend darauf wurde entschieden, ob der Patient die Einschlusskriterien für die Studie erfüllt. Vor Durchführung der geplanten Hüftgelenkoperation wurde jeder Patient kernspintomographisch mittels MRT des Beckens untersucht. Durch Losverfahren wurden die Patienten dann in eine der beiden Gruppen (Therapiearm 1 oder Therapiearm 2) randomisiert und die jeweils in Frage kommende Operationsmethode (minimal-invasiv anterolateral oder konventionell transglutaeal) wurde durchgeführt. 5 Wochen postoperativ erfolgte dann nach standardisierter postoperativer Physiotherapie eine erneute kernspintomographische Untersuchung des Beckens, mit Hilfe derer der Erfolg sowie die Überlegenheit des 1. Therapiearmes gegenüber dem 2. Therapiearm dargestellt werden sollte.

Im Folgenden werden nochmals die beiden für die Studie in Frage kommenden Therapiearme dargestellt und erläutert:

3.4.1 Therapiearm 1: minimal-invasiver anterolateraler Zugang

1. Die Prothese wird präoperativ ärztlicherseits individuell anhand der durchgeführten radiologischen Diagnostik geplant.
2. Der Patient wird nicht über die Art des operativen Zuganges informiert, sondern nur darüber, dass die Operation über einen von zwei möglichen Zugangswegen erfolgt.
3. Es wird eine einheitliche und standardisierte Physiotherapie verwendet, um eine mögliche Minderung der Aussagekraft der Studie durch unterschiedliche krankengymnastische Nachbehandlung zu vermeiden.
4. Postoperative Kontrolle zum Abschluss der Anschlussheilbehandlung mit kernspintomographischer Befundkontrolle.

3.4.2 Therapiearm 2: konventioneller transglutaealer Zugang

1. Die Prothese wird präoperativ ärztlicherseits individuell anhand der durchgeführten radiologischen Diagnostik geplant.
2. Der Patient wird nicht über die Art des operativen Zuganges informiert, sondern nur darüber, dass die Operation über einen von zwei möglichen Zugangswegen erfolgt.
3. Es wird eine einheitliche und standardisierte Physiotherapie verwendet, um eine mögliche Minderung der Aussagekraft der Studie durch unterschiedliche krankengymnastische Nachbehandlung zu vermeiden.
4. Postoperative Kontrolle zum Abschluss der Anschlussheilbehandlung mit kernspintomographischer Befundkontrolle.

3.5 Methodik

Zur Beurteilung der quantitativen und qualitativen prä- und postoperativen Beschaffenheit der Muskelmanschette am Hüftgelenk wurde sich in der Studie der Kernspintomographie als ein gutes bildgebendes und vor allem nicht strahlenbelastendes Verfahren bedient. Methodisch ist die qualitative Untersuchung der Muskelmanschette hinsichtlich fettiger Degeneration nach operativen Eingriffen bereits an der Schulter etabliert. Goutailler et al. [7] sowie Zanetti et al. [21] beschrieben im CT sowie im MRT anhand von 5 Stadien die Ausprägung der fettigen Atrophie im M. supraspinatus und im M. infraspinatus nach Rotatorenmanschettenruptur der Schulter. Je ausgeprägter die fettige Atrophie im jeweiligen Muskel war, desto größer war auch der durch die Ruptur entstandene Muskelschaden. Die quantitative Methodik zur Beurteilung der Muskelbeschaffenheit sowie der fettigen Atrophie wurde ebenfalls abgeleitet von Untersuchungen an der Rotatorenmanschette. Mittels einer 2D-Splash-Technik im MRT wurden von Kenn et al. [10] der Muskelquerschnitt sowie die fettige Infiltration im M. supraspinatus und M. infraspinatus nach Verletzungen der Rotatorenmanschette gemessen und beschrieben. Dem Tierversuch von Küllmer et al. [13] zu Folge müsste eine Atrophie von Muskelgewebe am besten circa 5 Wochen nach Denervation postoperativ zu sehen sein. Daher die MRT-Messung 5 Wochen nach der endoprothetischen Versorgung des Hüftgelenkes. Auch morphologisch betrachtet eignet sich die Kernspintomographie hervorragend zur Beurteilung von Rissen, Atrophie oder

fettiger Infiltration im Bereich der hüftumgreifenden Muskulatur wie Untersuchungen von Cvitanic et al.[5] aus dem Jahre 2004 zeigten. Cvitanic et al. untersuchten Schäden an den Sehnen von M. gluteus medius und minimus mittel Magnetresonanztomographie.

Sowohl bei der quantitativen wie auch bei der qualitativen Messung bediente man sich axialer T1-gewichteter MRT-Bilder. Gemessen wurde jedes Mal in der Ebene, welche 3 Schichten kranial des Femurkopfes zu liegen kam. Dadurch war ein optimaler und standardisierter Vergleich von prä- zu postoperativem Befund gewährleistet.

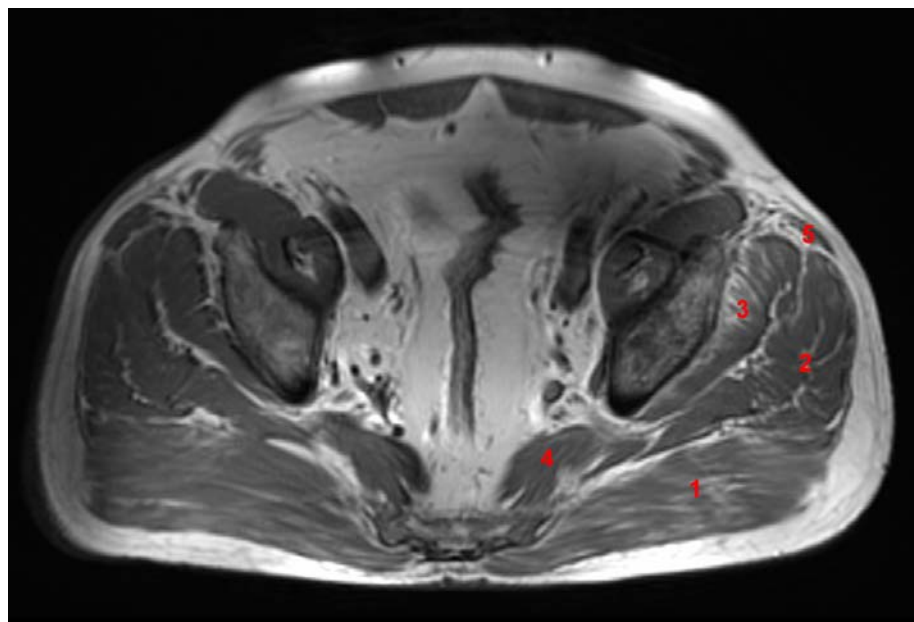


Bild: axial-T1-gewichtetes MRT des Beckens präoperativ eines Patienten aus der Studie. 1 M. gluteus maximus, 2 M. gluteus medius, 3 M. gluteus minimus, 4 M. piriformis, 5 M. tensor fasciae latae.

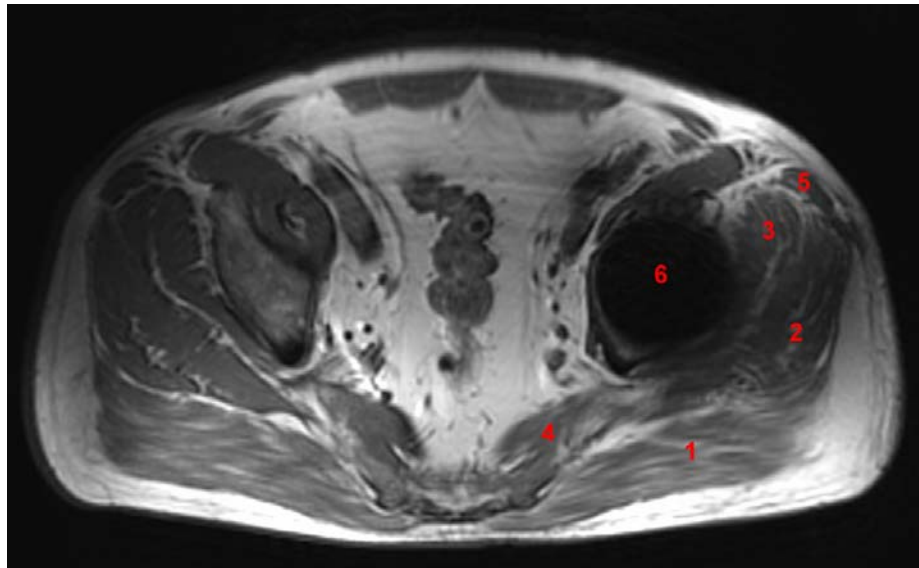


Bild: axial-T1-gewichtetes MRT des Beckens 5 Wochen nach Implantation einer HTEP links eines Patienten aus der Studie. 1 M. gluteus maximus, 2 M. gluteus medius, 3 M. gluteus minimus, 4 M. piriformis, 5 M. tensor fasciae latae, 6 implantierte HTEP.

3.5.1 Quantitative Messung

Zur quantitativen Bestimmung der Muskelfläche sowie der fettigen Infiltration des Muskelgewebes wurden axiale T1-gewichtete MRT-Bilder des Beckens herangezogen. Hierzu wurden die zur Diskussion stehenden Muskeln mittels eines etablierten zur Flächenmessung geeigneten digitalen Zeicheninstrumentes umfahren.

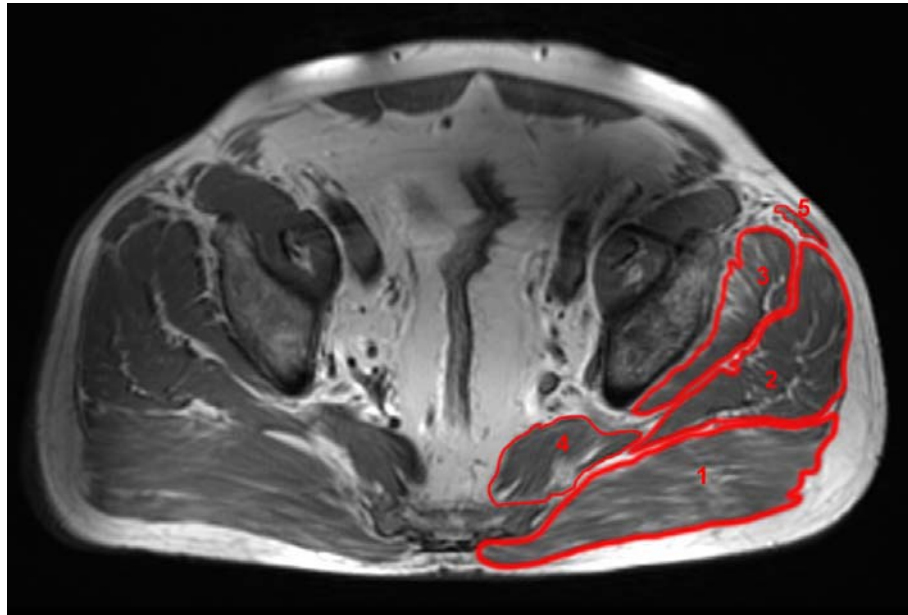


Bild: farblich markierte Muskelgrenzen in einem axial-T1-gewichteten MRT des Beckens der Studie präoperativ. 1 M.glutaeus maxiums, 2 M. glutaeus medius, 3 M. glutaeus minimus, 4 M. piriformis, 5 M. tensor fasciae latae.

Mit Hilfe dieser Methode ließ sich die Fläche des jeweiligen Muskels (in mm²) in dieser Ebene bestimmen. Zugleich gab sie Auskunft über die durchschnittliche Signalintensität der umrandeten Fläche. In der T1-gewichteten Sequenz kommen fettäquivalente Anteile signalhyperintens zur Darstellung, d. h. sie vermitteln einen hellen Bildeindruck. Somit zeigt eine höhere durchschnittliche Signalintensität einen vermehrten Fettgehalt des jeweiligen Muskels an. Anhand dieser Daten konnte somit eine Aussage über die Veränderung der Muskelfläche und damit der Atrophie des jeweils gemessenen Muskels der kranken Seite von prä- zu postoperativ gemacht werden. Darüber hinaus gab die Veränderung der Signalintensität von prä- zu postoperativ Auskunft über den Fettgehalt des gemessenen Muskels zum jeweiligen Zeitpunkt. Eine Zunahme der Signalintensität von prä- zu postoperativ würde also damit eine Zunahme des Fettanteils des Muskels bedeuten. Eine Abnahme des Fettanteils zeigt sich in der Abnahme der Intensität von prä- zu postoperativ.

3.5.2 Qualitative Messung

Die Qualitative Beurteilung der zur Diskussion stehenden Muskeln erfolgte durch eine zweimalige standardisierte Auswertung im Abstand von 4 Wochen. Bei der Beurteilung wussten die Untersucher nicht, welcher operative Zugangsweg bei jedem einzelnen Patienten gewählt worden war. Bei der qualitativen Beurteilung der jeweiligen Muskulatur ging es um den optisch sichtbaren Fettanteil. Die Methodik der Beurteilung wurde abgeleitet von Goutailler et al. [6]. Sie verwendeten diese Methode bereits im Bereich der Schulter, anhand derer sie anhand von CT-Bildern den Fettanteil des M. supraspinatus und M. infraspinatus nach Ruptur der Rotatorenmanschette bestimmten. Zur Klassifikation der fettigen Degeneration bedienten sie sich der Verwendung von fünf Stadien, die im nachfolgenden dargestellt werden:

Stadium 0: normale Muskulatur ohne jeglichen Fettanteil

Stadium 1: normale Muskulatur mit einigen fettigen Streifen

Stadium 2: deutliche Infiltration der Muskulatur mit Fett, jedoch ist der Anteil der Muskelmasse größer als die Fettmasse

Stadium 3: gleicher Anteil an Muskel- und Fettgewebe

Stadium 4: Fettanteil ist größer als der Muskelanteil

4 Ergebnisse

Aufgrund der Stichprobenanzahl von jeweils 7 Patienten pro Therapiearm und der daraus resultierenden reduzierten Datenmenge ist hinsichtlich der Ergebnisse keine Signifikanz zu erwarten. Daher wird im Rahmen der Ergebnisdarstellung auf eine statistische Analyse verzichtet. Vielmehr erfolgt eine deskriptive Darstellung der erhaltenen Ergebnisse mit Aufzeigen von Tendenzen hinsichtlich Beschaffenheit der jeweiligen Muskeln prä- und postoperativ nach minimal-invasiver anterolateraler und konventioneller transglutaealer Operationsmethodik. Betrachtet wird hier jeweils die Muskelmanschette der kranken, und damit zu operierenden Seite.

4.1 Quantitative Messung

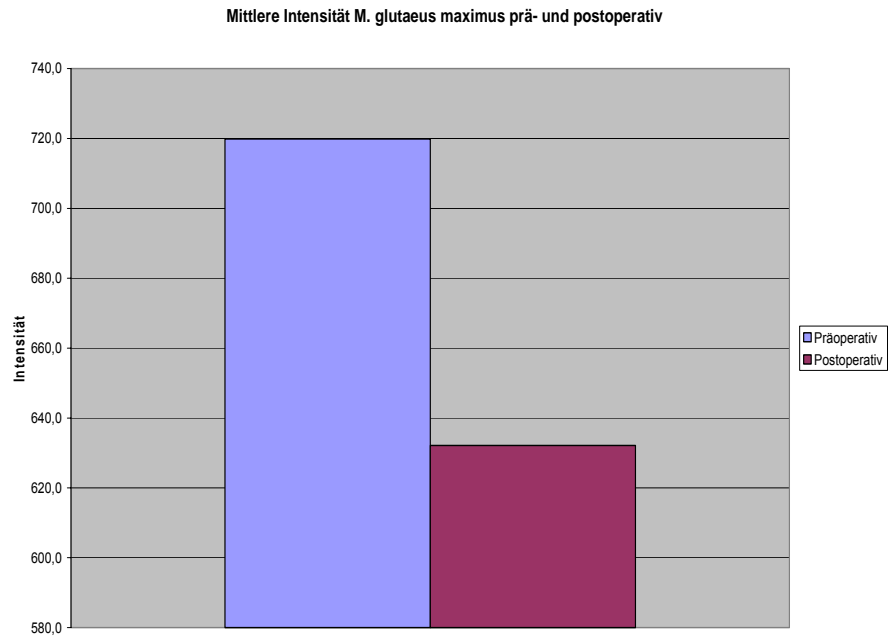
4.1.1 Patientenkollektiv mit Therapiearm 1 (minimal-invasiv)

M. gluteus maximus

a. Intensität

M. gluteus maximus	Intensität präop	Intensität postop
Patient 1	724	502
Patient 2	706	704
Patient 3	679	621
Patient 4	622	554
Patient 5	760	709
Patient 6	808	783
Patient 7	740	552
Anzahl	7	7
Mittelwert	719,9	632,1
Standardabweichung	59,499	102,810
Varianz	3540,143	10569,810

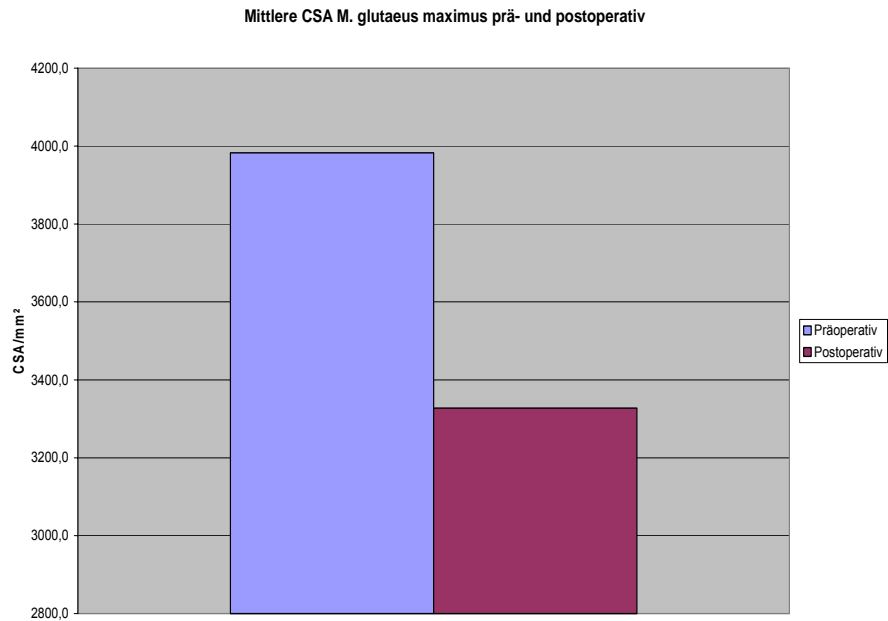
Präoperativ läßt sich im M. gluteus maximus der kranken Seite eine mittlere Intensität von 719,9 bestimmen. Postoperativ hingegen zeigt sich eine mittlere Intensität von 632,1. Dies bedeutet im Mittel eine Abnahme der Intensität im M. gluteus maximus um 87,9, entsprechend 12%.



b. Cross sectional area (CSA)/mm²

M. gluteus maximus	CSA präop	CSA postop
Patient 1	3338	2906
Patient 2	3028	3462
Patient 3	5464	5040
Patient 4	2892	2248
Patient 5	4761	3781
Patient 6	4292	2850
Patient 7	4106	3006
Anzahl	7	7
Mittelwert	3983,0	3327,6
Standardabweichung	951,103	897,288
Varianz	904597,667	805126,619

Die Muskelfläche des M. gluteus maximus beträgt präoperativ im Mittel 3983 mm². Postoperativ konnte bei 7 Patienten eine mittlere Fläche von 3327,6 mm² gemessen werden. Dies ergibt eine mittlere Differenz von prä- zu postoperativ um 655,4 mm² und bedeutet damit im Mittel eine Abnahme der Muskelfläche um 17%.

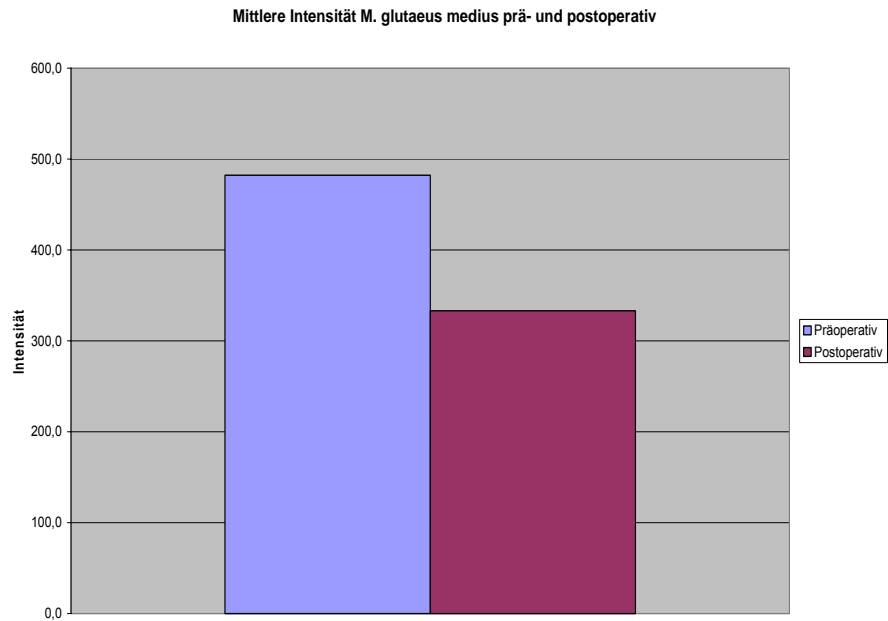


M. gluteus medius

a. Intensität

M. gluteus medius	Intensität präop	Intensität postop
Patient 1	379	365
Patient 2	486	419
Patient 3	265	300
Patient 4	524	404
Patient 5	646	318
Patient 6	620	327
Patient 7	455	198
Anzahl	7	7
Mittelwert	482,1	333,0
Standardabweichung	133,008	74,202
Varianz	17691,143	5506

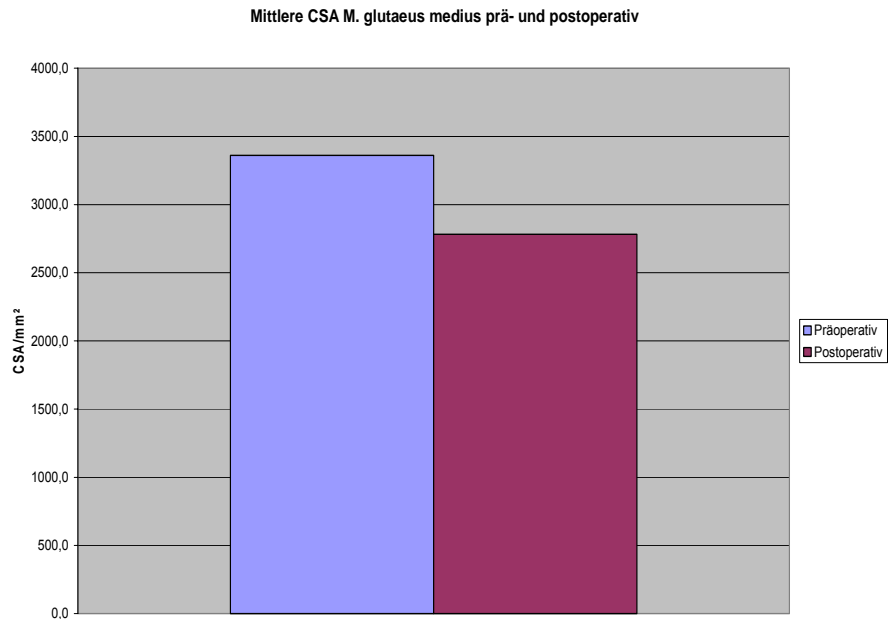
M. gluteus medius zeigte ebenfalls wie M. gluteus maximus eine Abnahme der mittleren Intensität um 149,1. Dies bedeutet eine Abnahme der mittleren Intensität um 31%.



b. Cross sectional area (CSA)/mm²

M. gluteus medius	CSA präop	CSA postop
Patient 1	3917	3059
Patient 2	2434	2430
Patient 3	3118	3335
Patient 4	3335	2037
Patient 5	3732	2804
Patient 6	3612	2660
Patient 7	3379	3142
Anzahl	7	7
Mittelwert	3361,0	2781,0
Standardabweichung	488,050	448,410
Varianz	238192,667	201071,3333

Auch bezüglich der Muskelfläche zeigte der M. gluteus medius von prä- zu postoperativ eine Abnahme der mittleren CSA von 3361,0 mm² auf 2781,0 mm², was einer Abnahme von prä- zu postoperativ um 17% entspricht.

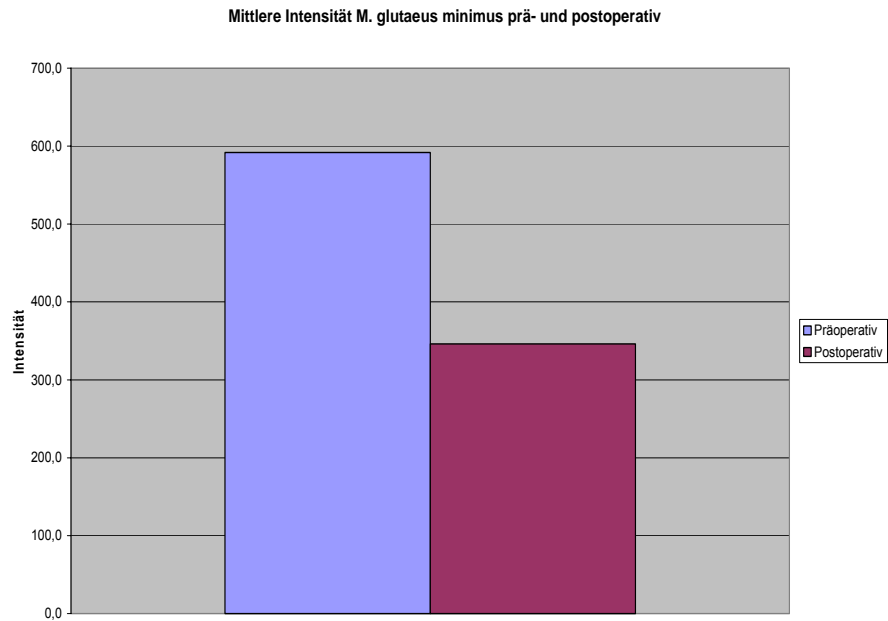


M. gluteus minimus

a. Intensität

M. gluteus minimus	Intensität präop	Intensität postop
Patient 1	669	439
Patient 2	747	597
Patient 3	279	341
Patient 4	561	243
Patient 5	505	336
Patient 6	736	338
Patient 7	646	129
Anzahl	7	7
Mittelwert	591,9	346,1
Standardabweichung	163,353	146,934
Varianz	26684,143	21589,476

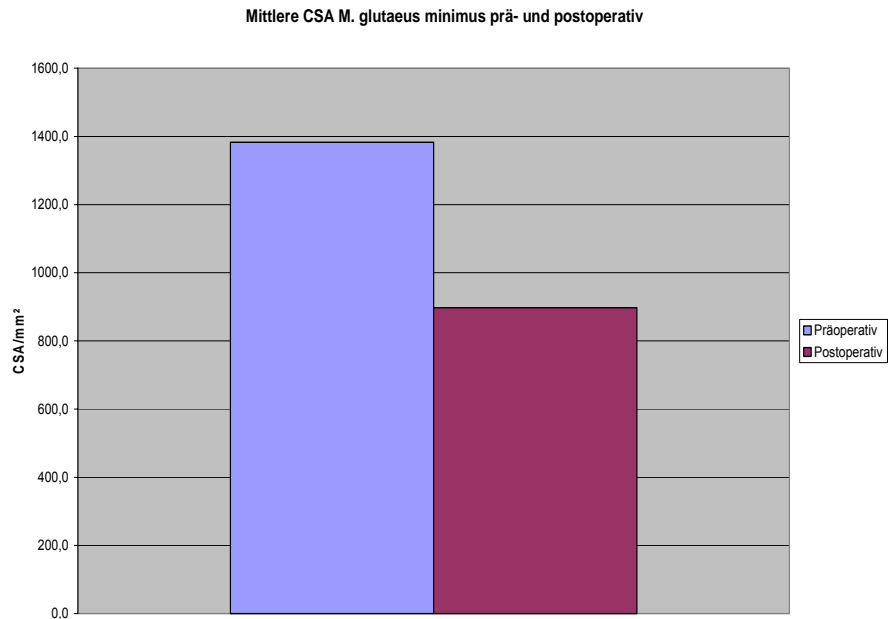
Auch M. gluteus minimus zeigt von prä- zu postoperativ eine Abnahme der mittleren Intensität um den Wert 245,8, was einer Abnahme der mittleren Intensität um 42% entspricht.



b. Cross sectional area (CSA)/mm²

M. gluteus minimus	CSA präop	CSA postop
Patient 1	1214	459
Patient 2	1099	1579
Patient 3	1260	677
Patient 4	1395	956
Patient 5	1526	387
Patient 6	1844	1453
Patient 7	1343	771
Anzahl	7	7
Mittelwert	1383,0	897,4
Standardabweichung	244,629	464,392
Varianz	59843,333	215659,9524

Hinsichtlich der Muskelfläche zeigt sich ebenfalls eine Reduktion des mittleren CSA-Wertes von prä- zu postoperativ, und zwar von 1383,0 mm² auf 897,4 mm². Dies bedeutet eine Abnahme der Muskelfläche um 35%.

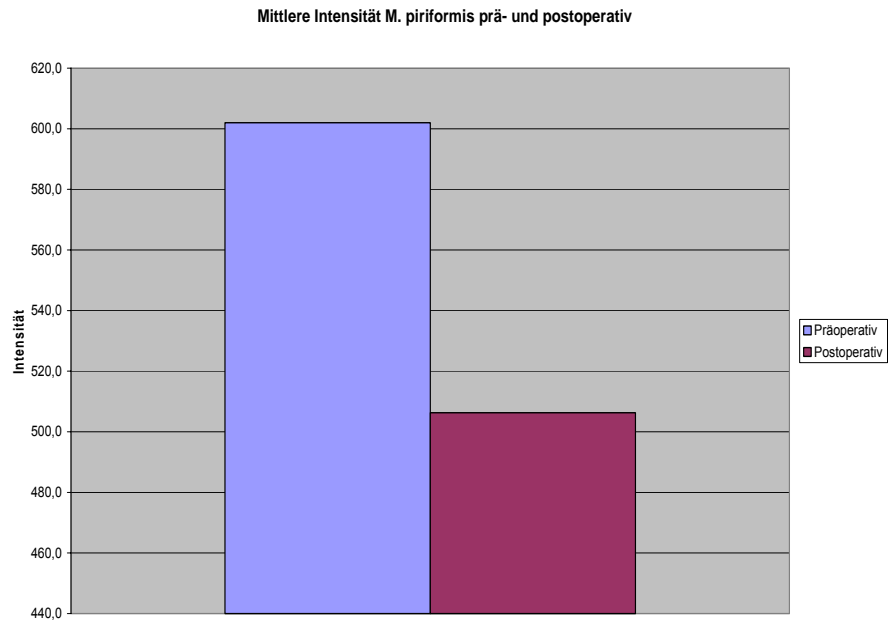


M. piriformis

a. Intensität

M. piriformis	Intensität präop	Intensität postop
Patient 1	690	215
Patient 2	497	494
Patient 3	514	476
Patient 4	597	358
Patient 5	603	700
Patient 6	692	712
Patient 7	621	589
Anzahl	7	7
Mittelwert	602,0	506,3
Standardabweichung	76,376	180,088
Varianz	5833,333	32431,571

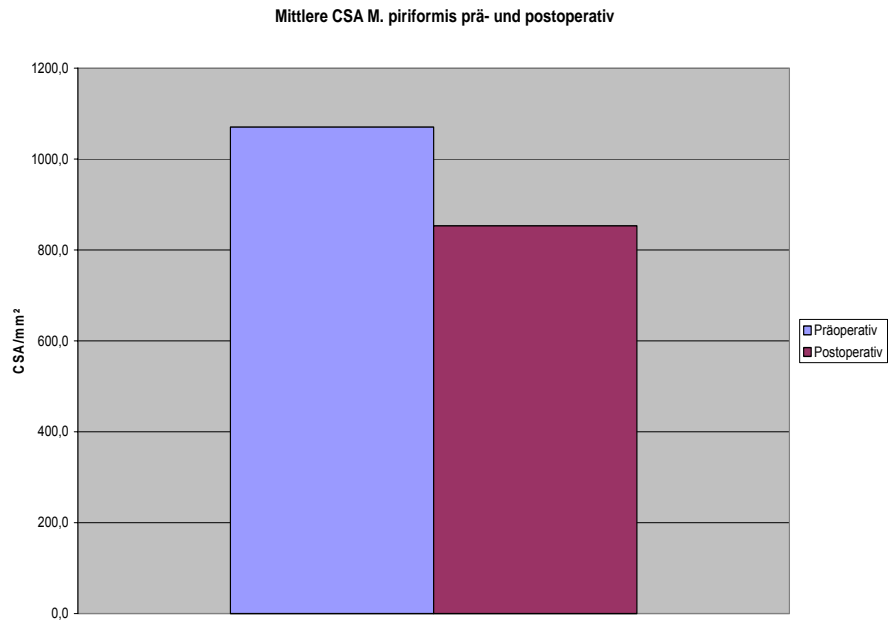
M. piriformis zeigt präoperativ eine mittlere Intensität von 602,0 und postoperativ eine mittlere Intensität von 506,3. Dies bedeutet eine Abnahme der mittleren Intensität von um 95,7, entsprechend 16%.



b. Cross sectional area (CSA)/mm²

M. piriformis	CSA präop	CSA postop
Patient 1	1049	578
Patient 2	1295	699
Patient 3	780	930
Patient 4	985	580
Patient 5	1085	756
Patient 6	950	1166
Patient 7	1350	1264
Anzahl	7	7
Mittelwert	1070,6	853,3
Standardabweichung	198,080	275,710
Varianz	39235,619	76016,238

Die mittlere Muskelfläche des M. piriformis nimmt von prä- zu postoperativ um 217,3 mm² ab. Dies entspricht einer Abnahme um 20%.

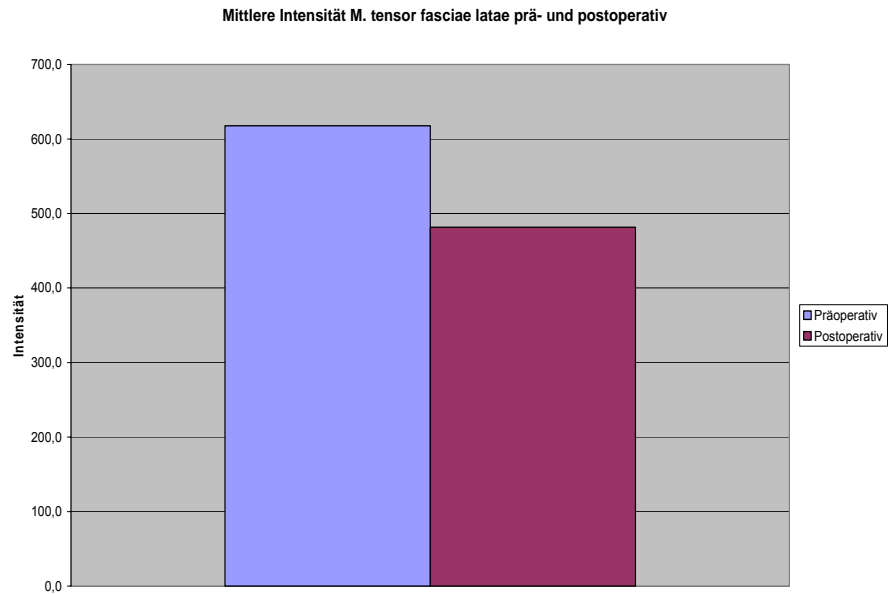


M. tensor fasciae latae

a. Intensität

M. tensor fasciae latae	Intensität präop	Intensität postop
Patient 1	922	468
Patient 2	400	499
Patient 3	122	386
Patient 4	653	849
Patient 5	630	220
Patient 6	1113	455
Patient 7	485	494
Anzahl	7	7
Mittelwert	617,9	481,6
Standardabweichung	329,150	188,815
Varianz	108339,810	35650,952

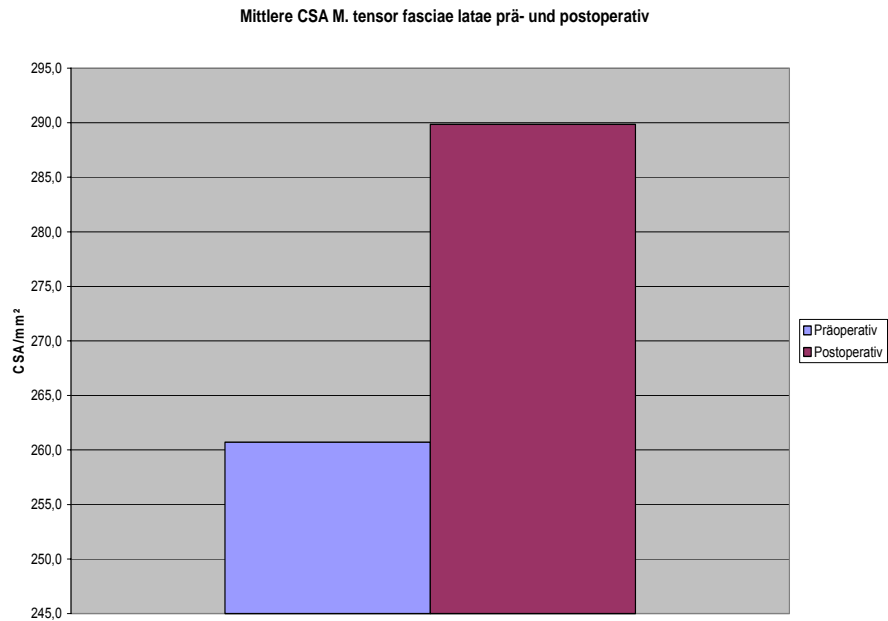
Die mittlere Intensität des M. tensor fasciae latae präoperativ beträgt 617,9. Postoperativ kann eine mittlere Intensität von 481,6 ermittelt werden. Dies bedeutet eine Abnahme der Intensität von prä- zu postoperativ um 136,3, also eine Abnahme um 22%.



b. Cross sectional area (CSA)/mm²

M. tensor fasciae latae	CSA präop	CSA postop
Patient 1	148	358
Patient 2	370	282
Patient 3	223	137
Patient 4	289	198
Patient 5	223	349
Patient 6	254	246
Patient 7	318	459
Anzahl	7	7
Mittelwert	260,7	289,9
Standardabweichung	72,594	108,427
Varianz	5269,905	11756,476

In Bezug auf die Muskelfläche zeigt der M. tensor fasciae latae von prä- zu postoperativ eine geringe Zunahme der mittleren Cross sectional area von 260,7 mm² auf 289,9 mm² (11%).



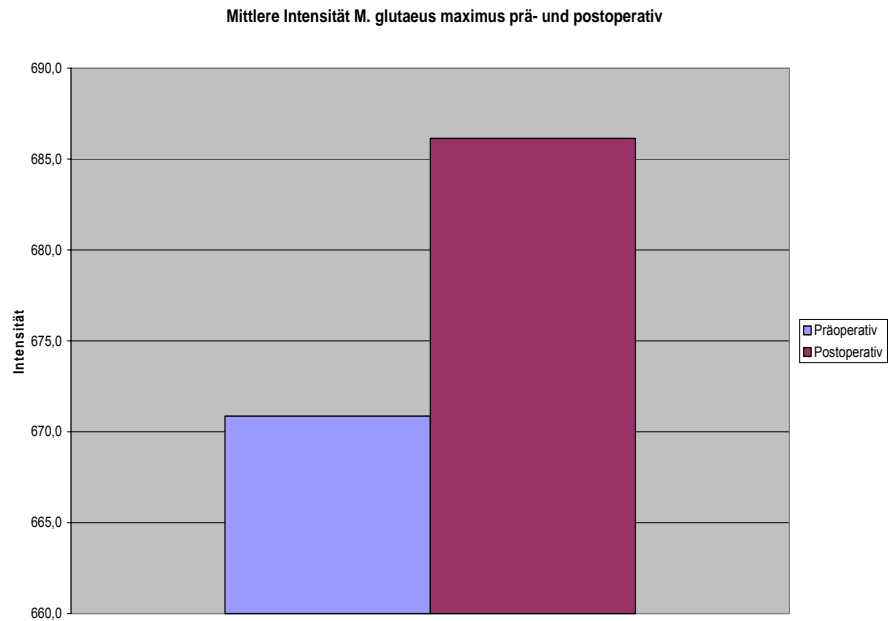
4.1.2 Patientenkollektiv mit Therapiearm 2 (konventionell transglutaeal)

M. glutaesus maximus

a. Intensität

M. glutaesus maximus	Intensität präop	Intensität postop
Patient 1	636	520
Patient 2	705	577
Patient 3	805	843
Patient 4	557	749
Patient 5	796	768
Patient 6	547	771
Patient 7	650	575
Anzahl	7	7
Mittelwert	670,9	686,1
Standardabweichung	103,903	125,383
Varianz	10795,810	15720,810

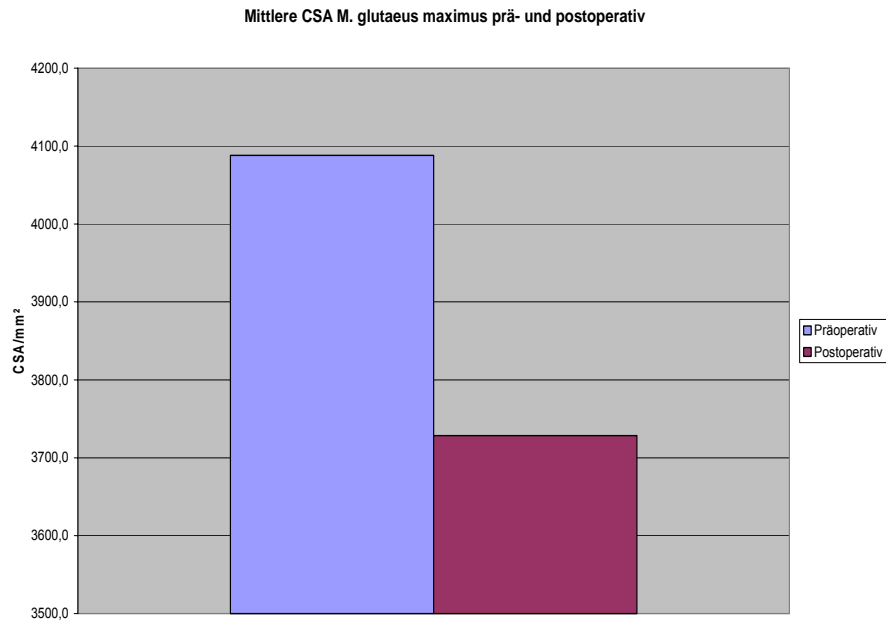
Im M. glutaesus maximus kann präoperativ eine mittlere Intensität von 670,9 und postoperativ von 686,1 gemessen werden. Dies bedeutet eine Zunahme um 3%.



b. Cross sectional area (CSA)/mm²

M. gluteus maximus	CSA präop	CSA postop
Patient 1	3507	2964
Patient 2	3667	4325
Patient 3	3267	2497
Patient 4	4000	2539
Patient 5	6155	6537
Patient 6	4590	4136
Patient 7	3430	3100
Anzahl	7	7
Mittelwert	4088,0	3728,3
Standardabweichung	1012,756	1432,976
Varianz	1025674	2053419,238

Die Muskelfläche des M. gluteus maximus zeigt von prä- zu postoperativ eine mittlere Differenz von 359,7 mm². Dies bedeutet eine Abnahme der mittleren Muskelfläche von prä- zu postoperativ um 9%.

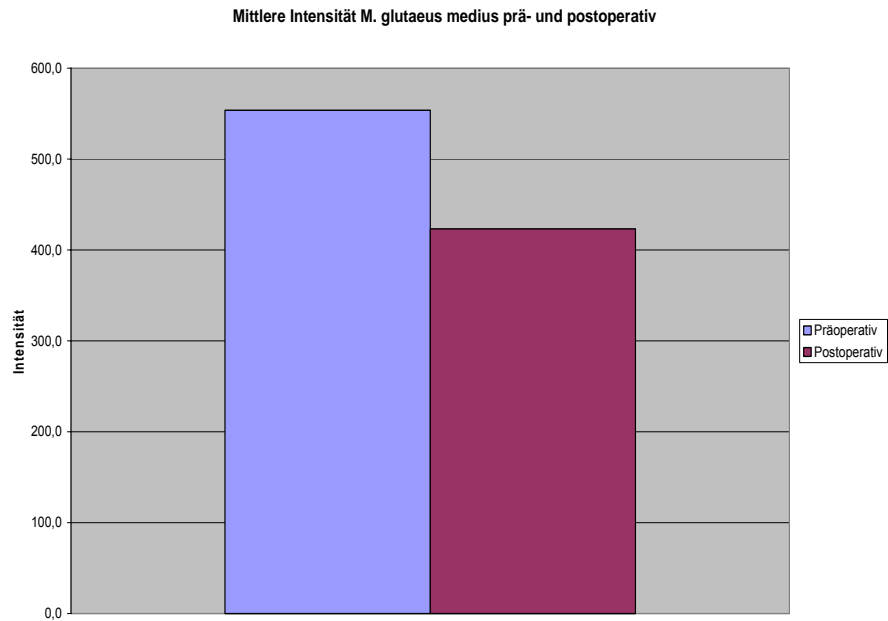


M. gluteus medius

a. Intensität

M. gluteus medius	Intensität präop	Intensität postop
Patient 1	364	451
Patient 2	427	211
Patient 3	974	627
Patient 4	558	383
Patient 5	598	365
Patient 6	406	455
Patient 7	550	470
Anzahl	7	7
Mittelwert	553,9	423,1
Standardabweichung	205,143	126,188
Varianz	42083,476	15923,476

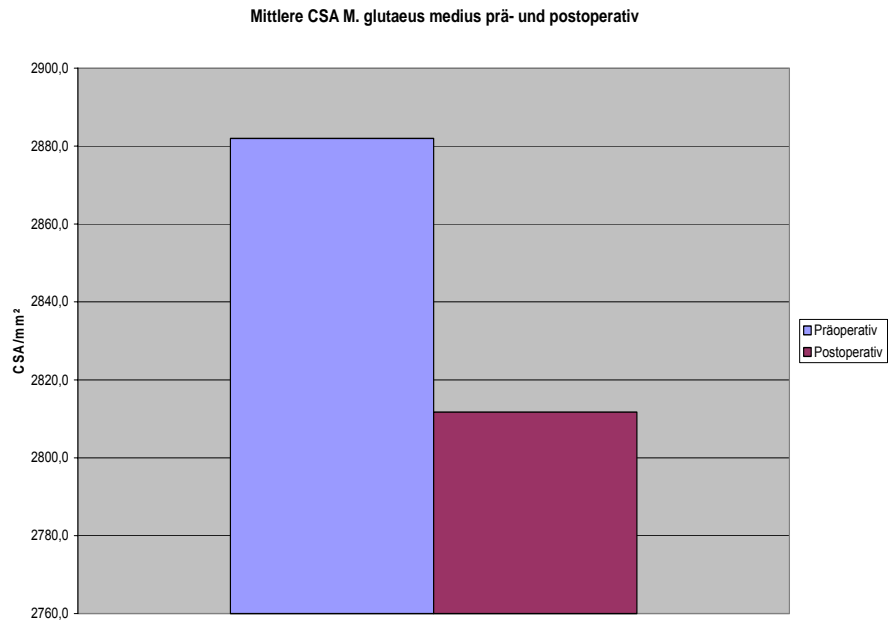
Der M. gluteus medius zeigt beim transglutaealen Zugangsweg eine mittlere Intensität präoperativ von 553,9 (Standardabweichung 205,143) und postoperativ von 423,1. Dies entspricht einer Abnahme der messbaren mittleren Intensität von prä- zu postoperativ um 24%.



b. Cross sectional area (CSA)/mm²

M. gluteus medius	CSA präop	CSA postop
Patient 1	2008	1925
Patient 2	2451	2966
Patient 3	2764	2301
Patient 4	2752	2782
Patient 5	3393	3209
Patient 6	3556	3519
Patient 7	3250	2980
Anzahl	7	7
Mittelwert	2882,0	2811,7
Standardabweichung	552,461	541,324
Varianz	305213,667	293031,238

Auch in Bezug auf die Muskelfläche zeigt sich beim M. gluteus medius eine Abnahme der mittleren Fläche (CSA). Jedoch ist diese sehr gering und beträgt lediglich 3%.

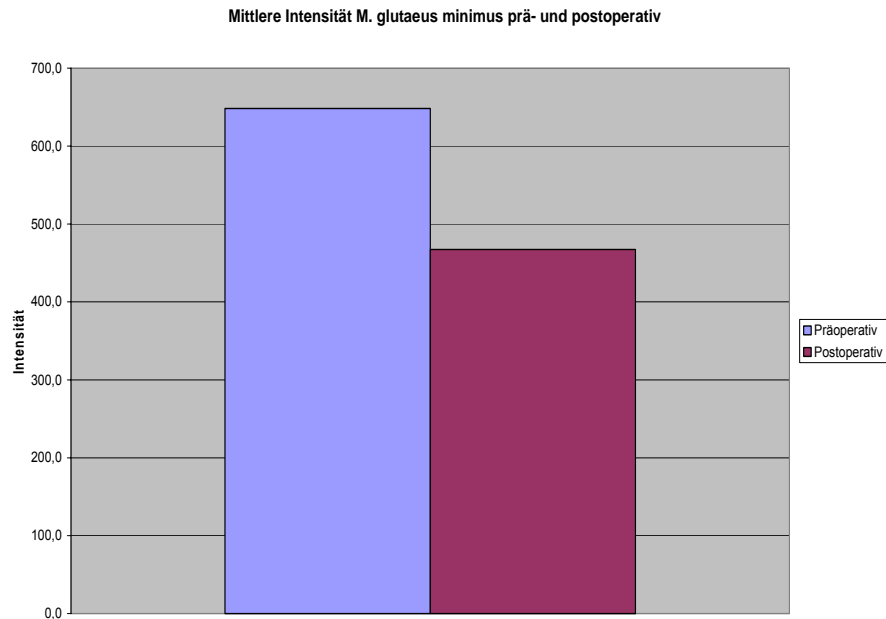


M. gluteus minimus

a. Intensität

M. gluteus minimus	Intensität präop	Intensität postop
Patient 1	578	803
Patient 2	708	272
Patient 3	1117	754
Patient 4	643	567
Patient 5	508	0
Patient 6	434	386
Patient 7	550	490
Anzahl	7	7
Mittelwert	648,3	467,4
Standardabweichung	224,902	279,424
Varianz	50580,905	78077,952

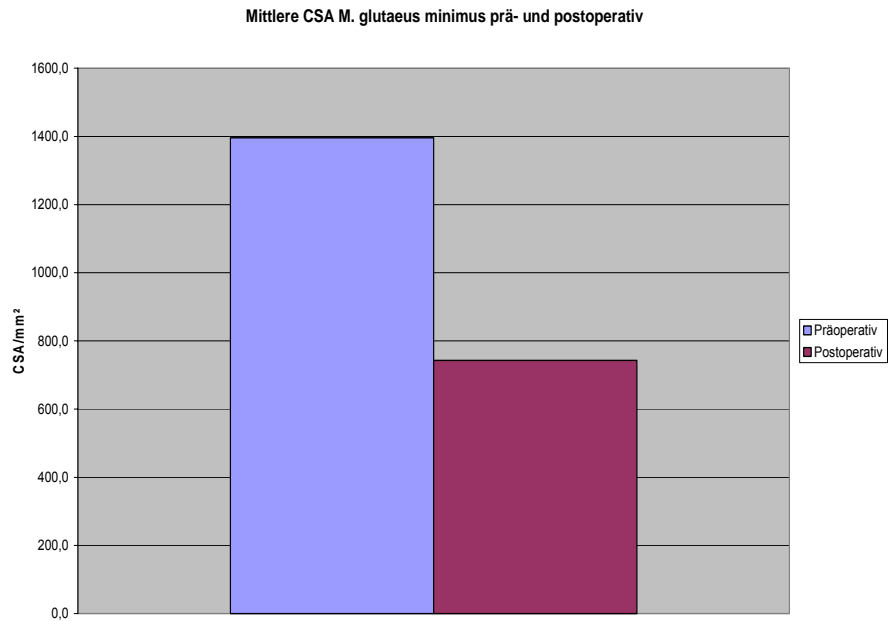
Auch M. gluteus minimus zeigt von prä- zu postoperativ eine Abnahme der mittleren Intensität von 648,3 auf 467,4, entsprechend um 28%.



b. Cross sectional area (CSA)/mm²

M. gluteus minimus	CSA präop	CSA postop
Patient 1	1557	718
Patient 2	892	1111
Patient 3	1731	647
Patient 4	1055	816
Patient 5	1279	0
Patient 6	1828	859
Patient 7	1430	1050
Anzahl	7	7
Mittelwert	1396,0	743,0
Standardabweichung	343,975	367,502
Varianz	118318,667	135058,000

Im Hinblick auf die Muskelfläche lässt sich beim M. gluteus minimus auch hier eine Abnahme der mittleren CSA von 1396 mm² auf 743 mm² messen. Dies entspricht einer Reduktion der mittleren CSA von prä- zu postoperativ von 47%, also um annähernd die Hälfte.

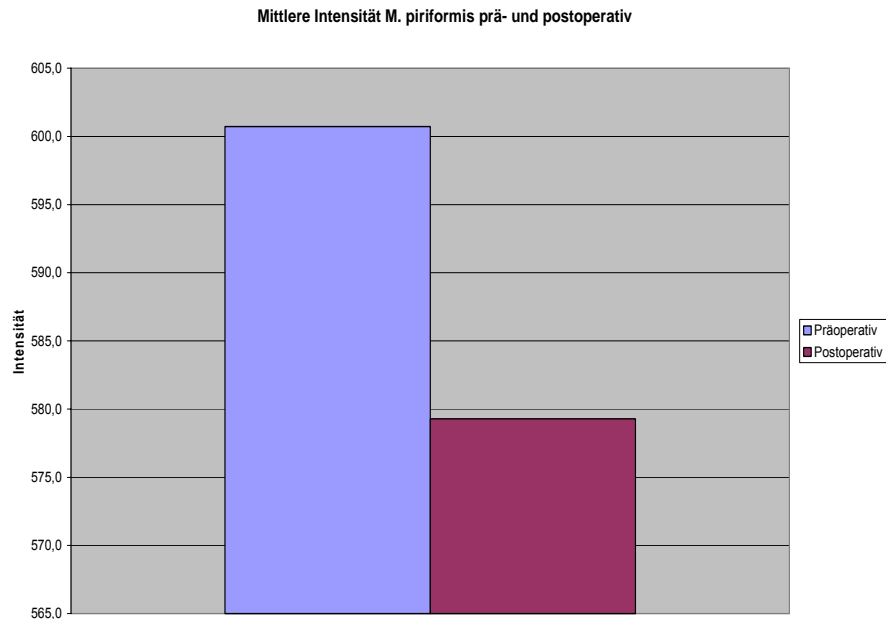


M. piriformis

a. Intensität

M. piriformis	Intensität präop	Intensität postop
Patient 1	775	564
Patient 2	564	634
Patient 3	840	841
Patient 4	463	723
Patient 5	626	429
Patient 6	387	366
Patient 7	550	498
Anzahl	7	7
Mittelwert	600,7	579,3
Standardabweichung	161,674	166,863
Varianz	26138,571	27843,238

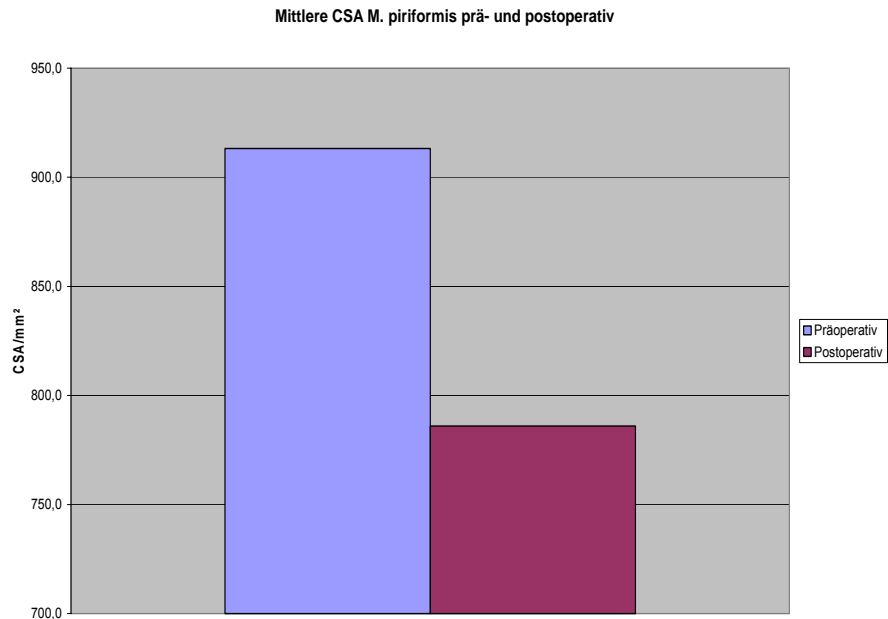
Im M. piriformis zeigt sich eine Abnahme der mittleren Intensität von prä- zu postoperativ um 21,4, entsprechend um 4%.



b. Cross sectional area (CSA)/mm²

M. piriformis	CSA präop	CSA postop
Patient 1	818	670
Patient 2	699	306
Patient 3	801	902
Patient 4	604	913
Patient 5	1443	937
Patient 6	1177	868
Patient 7	850	906
Anzahl	7	7
Mittelwert	913,1	786,0
Standardabweichung	293,658	229,988
Varianz	86235,143	52894,333

In Bezug auf die Fläche zeigt der M. piriformis ähnlich wie der M. gluteus maximus, medius und minimus des transglutaealen Zugangsweges eine Abnahme der mittleren Muskelfläche von prä- zu postoperativ. Der M. piriformis um 14% von prä- zu postoperativ.

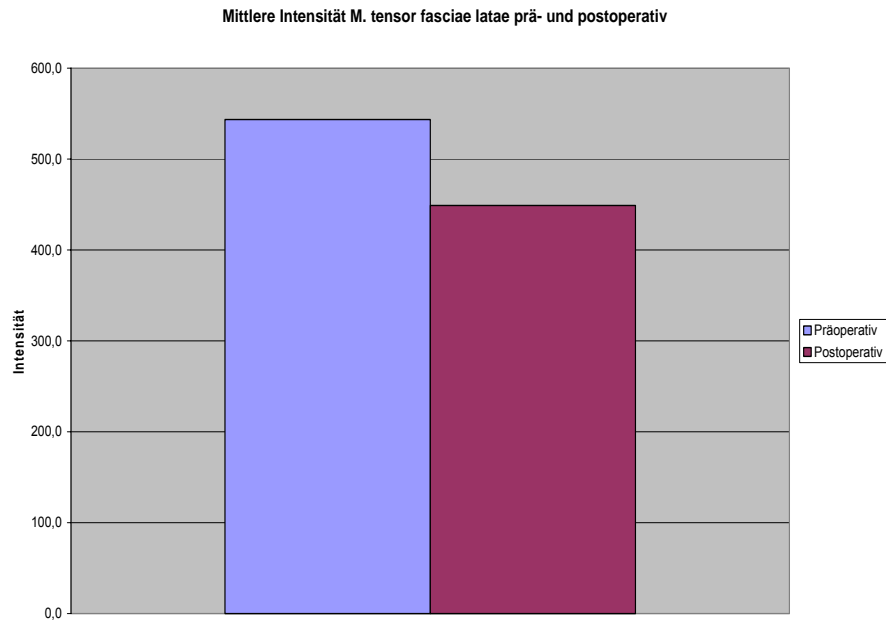


M. tensor fasciae latae

a. Intensität

M. tensor fasciae latae	Intensität präop	Intensität postop
Patient 1	445	625
Patient 2	911	361
Patient 3	1032	896
Patient 4	0	0
Patient 5	482	414
Patient 6	387	366
Patient 7	548	480
Anzahl	7	7
Mittelwert	543,6	448,9
Standardabweichung	343,287	273,619
Varianz	117846,286	74867,476

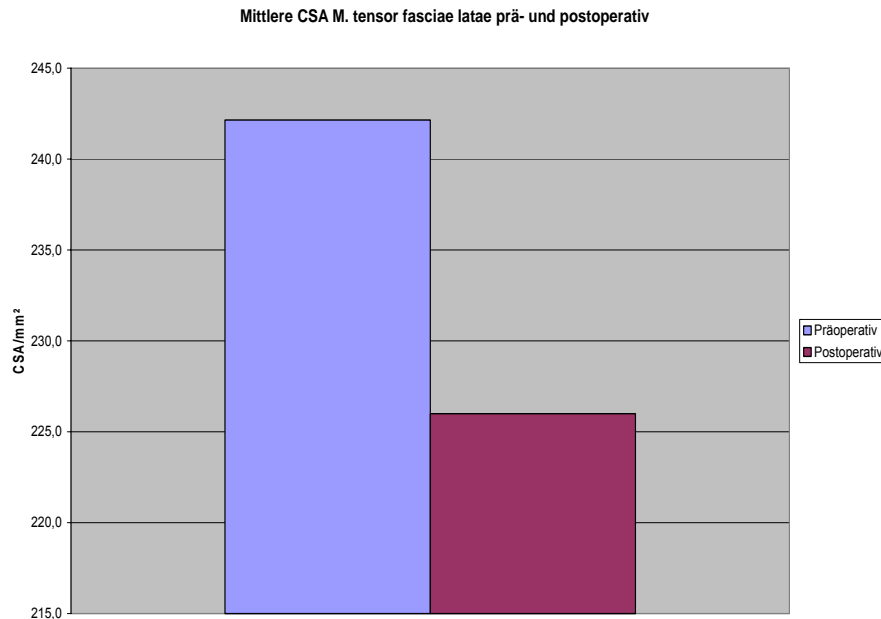
M. tensor fasciae latae zeigt bezüglich der mittleren Intensität eine Abnahme um den Wert 94,7, entsprechend 17%.



b. Cross sectional area (CSA)/mm²

M. tensor fasciae latae	CSA präop	CSA postop
Patient 1	258	129
Patient 2	239	198
Patient 3	237	215
Patient 4	0	0
Patient 5	423	508
Patient 6	268	377
Patient 7	270	155
Anzahl	7	7
Mittelwert	242,1	226,0
Standardabweichung	124,549091	167,70808
Varianz	15512,476	28126,000

Was die mittlere Muskelfläche prä- und postoperativ im M. tensor fasciae latae anbelangt, kann eine Abnahme der Fläche von der 1. Messung zur 2. Messung um im Mittel 16,1 mm² festgestellt werden. Dies ist sehr gering und entspricht weniger als 1%.

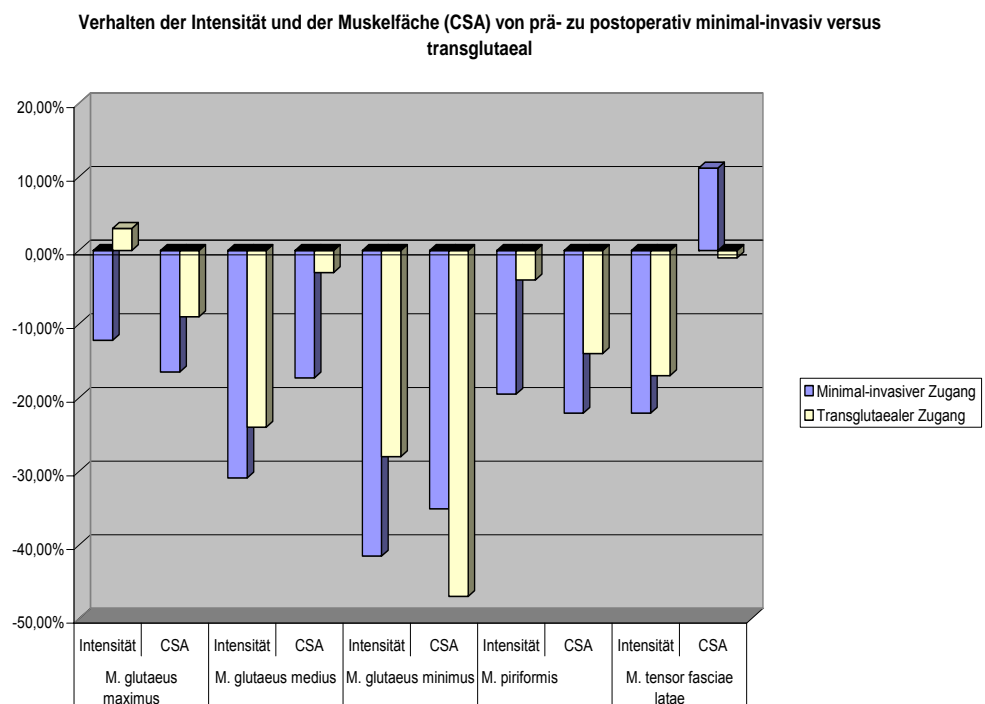


4.1.3 Zusammenfassung der Quantitativen Messergebnisse

Während der M. gluteus maximus beim minimal-invasiven Zugangsweg von prä- im Vergleich zu postoperativ eine Abnahme der mittleren Intensität von 12% und eine Abnahme der mittleren Muskelfläche um 17% zeigt, kann beim transglutaealen Operationszugang eine Zunahme der Intensität um 3% und eine Abnahme der Muskelfläche von lediglich 9% gemessen werden. M. gluteus medius hingegen zeigt sowohl beim minimal-invasiven wie auch beim transglutaealen Zugang eine Abnahme der mittleren Intensität sowie der mittleren CSA, minimal-invasiv eine Abnahme der mittleren Intensität um 31% und der Muskelfläche um 17%, transglutaeal eine Abnahme der mittleren Intensität um 24% und eine Abnahme der mittleren CSA um 3%. M. gluteus minimus zeigt minimal-invasiv eine Abnahme der mittleren Intensität sowie der Muskelfläche um 42% bzw. 35%. Beim transglutaealen Zugangsweg zeigt er eine Abnahme der mittleren Intensität um 28% und eine Minderung der Muskelfläche um etwa 47%. Die im Vergleich zu den Glutaealmuskeln kleineren Muskeln des Hüftgelenkes, M. piriformis und M. tensor fasciae latae zeigen hinsichtlich Intensität und Muskelfläche folgendes Verhalten von prä- zu postoperativ. Im M. piriformis kann beim minimal-invasiven Zugangsweg eine Reduktion der mittleren Intensität von prä- zu postoperativ um circa 16% und eine Abnahme der mittleren Muskelfläche um etwa 20% gemessen werden. Beim transglutaealen Zugang zeigt sich eine weitaus geringere Abnahme der mittleren Intensität sowie der mittleren Muskelfläche von prä- zu

postoperativ (Intensität: Abnahme um 4%, CSA: Abnahme um 14%). M. tensor fasciae latae zeigt bei der minimal-invasiven Operationsmethode eine Abnahme der Intensität von um 22% sowie eine Zunahme der mittleren Muskelfläche um 11%. Beim transglutaealen Zugangsweg hingegen wird eine Abnahme der mittleren Intensität von prä- zu postoperativ sowie eine Reduktion der mittleren Muskelfläche von prä- zu postoperativ um je 17% bzw. 1% gemessen.

Nachfolgendes Diagramm veranschaulicht nochmals das Verhalten der mittleren Intensität sowie der mittleren Muskelfläche (CSA) der jeweiligen Muskeln bei den verschiedenen operativen Zugangswegen. Negative Werte bedeuten dabei eine Abnahme, positive Werte eine Zunahme des jeweiligen Merkmals (mittlere Intensität und mittlere CSA) von prä- zu postoperativ.



4.2. Qualitative Messung

Bei der qualitativen Untersuchung der Muskelmanschette wurden die jeweiligen Muskeln anhand des Grades der fettigen Infiltration mittels vordefinierter Stadien (in Anlehnung an Goutailler et al. [4]) prä- und postoperativ beurteilt. Begleitend wurden auch Aussagen zum postoperativen Auftreten von Ossifikationen, Seromen, Hämatomen und Bursitiden im Operationsgebiet gemacht. Dahingehend erfolgten zwei standardisierte Beurteilungen durch jeweils die gleichen Untersucher im Abstand von 4 Wochen. Die Untersucher wussten zu keinem Zeitpunkt, welcher Patient mit welcher Operationsmethode operiert worden war. Die Ergebnisse der einzelnen Auswertungen werden im nachfolgenden Teil dargestellt.

4.2.1 Patientenkollektiv mit Therapiearm 1 (minimal-invasiver Zugangsweg)

4.2.1.1 Ergebnisse der 1. und 2. Auswertung hinsichtlich fettiger Degeneration des jeweiligen Muskels im Vergleich

M. gluteus maximus

1. Auswertung

M. gluteus maximus	Präop	Postop
Patient 1	1	1
Patient 2	0	0
Patient 3	1	2
Patient 4	0	0
Patient 5	1	2
Patient 6	1	1
Patient 7	0	0

2. Auswertung

M. gluteus maximus	Präop	Postop
Patient 1	1	1
Patient 2	0	0
Patient 3	1	1
Patient 4	0	0
Patient 5	1	1
Patient 6	1	1
Patient 7	0	0

Beurteilung:

Bei der 1. Auswertung zeigte sich im M. gluteus maximus eine Zunahme der fettigen Infiltration bei 2 von 7 Patienten (etwa 29%), diese von präoperativ Stadium 1 zu postoperativ Stadium 2. Hingegen zeigte sich bei der 2. Auswertung bei keinem Patienten eine Zunahme der fettigen Infiltration des Muskels von prä- zu postoperativ. Entsprechend ergibt sich eine Übereinstimmung der Ergebnisse der 1. und 2. Auswertung in 5 von 7 Fällen (71%).

M. gluteus medius**1. Auswertung**

M. gluteus medius	Präop	Postop
Patient 1	1	1
Patient 2	1	2
Patient 3	0	2
Patient 4	0	0
Patient 5	1	2
Patient 6	1	1
Patient 7	1	2

2. Auswertung

M. gluteus medius	Präop	Postop
Patient 1	1	1
Patient 2	0	0
Patient 3	1	1
Patient 4	0	0
Patient 5	1	1
Patient 6	1	1
Patient 7	1	1

Beurteilung:

4 von 7 Patienten (57%) zeigen bei der 1. Auswertung eine Zunahme der fettigen Infiltration des M. gluteus medius, davon bei 3 Patienten eine Zunahme um jeweils 1 Stadium und bei 1 Patienten um 2 Stadien. Bei der 2. Auswertung hingegen zeigt sich bei keinem Patienten eine Zunahme der fettigen Infiltration. Dahingehend ergibt sich eine Übereinstimmung der Messergebnisse von 1. und 2. Auswertung bei 3 von 7 Patienten (43%).

M. gluteus minimus

1. Auswertung

M. gluteus minimus	Präop	Postop
Patient 1	3	3
Patient 2	4	4
Patient 3	2	3
Patient 4	2	2
Patient 5	0	1
Patient 6	2	2
Patient 7	3	4

2. Auswertung

M. gluteus minimus	Präop	Postop
Patient 1	2	3
Patient 2	4	4
Patient 3	2	2
Patient 4	2	3
Patient 5	1	1
Patient 6	2	3
Patient 7	4	4

Beurteilung:

3 von 7 (43%) Patienten zeigen in der 1. Auswertung im M. gluteus minimus eine Zunahme der fettigen Degeneration und zwar jeweils um 1 Stadium. Bei der 2. Auswertung ist dies genauso. Im Vergleich jedoch findet sich eine Übereinstimmung der Ergebnisse bei 1 von 7 Patienten (14%).

M. tensor fasciae latae

1. Auswertung

M. tensor fasciae latae	Präop	Postop
Patient 1	1	1
Patient 2	1	1
Patient 3	1	2
Patient 4	0	1
Patient 5	1	1
Patient 6	0	0
Patient 7	1	1

2. Auswertung

M. tensor fasciae latae	Präop	Postop
Patient 1	1	1
Patient 2	1	1
Patient 3	2	2
Patient 4	0	0
Patient 5	1	1
Patient 6	0	0
Patient 7	1	1

Beurteilung:

Im M. tensor fasciae latae sieht man in der 1. Auswertung eine Zunahme der fettigen Infiltration von prä- zu postoperativ um jeweils 1 Stadium bei 2 von 7 Patienten (29%). In der 2. Auswertung zeigt sich bei keinem Patienten eine Zunahme der fettigen Infiltration. Vergleicht man 1. und 2. Auswertung, so zeigt sich eine 71%-ige Übereinstimmung der Messergebnisse.

M. obturatorius internus

1. Auswertung

M. obturatorius internus	Präop	Postop
Patient 1	0	3
Patient 2	0	0
Patient 3	0	3
Patient 4	0	3
Patient 5	0	3
Patient 6	0	3
Patient 7	0	2

2. Auswertung

M. obturatorius internus	Präop	Postop
Patient 1	0	4
Patient 2	0	0
Patient 3	0	4
Patient 4	0	0
Patient 5	1	1
Patient 6	0	0
Patient 7	1	4

Beurteilung:

Bei 6 von 7 Patienten (86%) zeigt sich im M. obturatorius internus in der 1. Auswertung eine Zunahme der fettigen Infiltration in Relation von prä- zu postoperativ, bei von 5 von 6 Patienten eine Zunahme von Stadium 0 zu Stadium 3 sowie bei 1 Patienten von Stadium 0 zu Stadium 2. In der 2. Auswertung zeigen nur 3 von 7 (43%) Patienten eine Zunahme der fettigen Degeneration. Vergleicht man 1. und 2. Auswertung so zeigt sich lediglich bei 1 von 7 Patienten (14%) eine Übereinstimmung der Messergebnisse.

4.2.2 Patientenkollektiv mit Therapiearm 2 (konventionell transglutaealer Zugangsweg)

4.2.2.1 Ergebnisse der 1. und 2. Auswertung hinsichtlich fettiger Infiltration im Vergleich

M. gluteus maximus

1. Auswertung

M. gluteus maximus	Präop	Postop
Patient 1	0	0
Patient 2	1	1
Patient 3	0	0
Patient 4	0	0
Patient 5	1	1
Patient 6	1	1
Patient 7	1	1

2. Auswertung

M. gluteus maximus	Präop	Postop
Patient 1	0	0
Patient 2	1	1
Patient 3	0	0
Patient 4	0	0
Patient 5	1	1
Patient 6	1	1
Patient 7	1	1

Beurteilung:

Die 1. Auswertung erbrachte im M. gluteus maximus keine Zunahme der fettigen Infiltration bei 7 von 7 Patienten (100%). Auch bei der 2. Auswertung zeigte sich bei keinem der Patienten eine Zunahme der fettigen Degeneration von prä- im Vergleich zu postoperativ. Stellt man beide Auswertungen gegenüber, zeigt sich eine 100%-ige Übereinstimmung der erhaltenen Ergebnisse.

M. gluteus medius**1. Auswertung**

M. gluteus medius	Präop	Postop
Patient 1	0	0
Patient 2	1	1
Patient 3	0	1
Patient 4	1	2
Patient 5	1	2
Patient 6	1	2
Patient 7	1	1

2. Auswertung

M. gluteus medius	Präop	Postop
Patient 1	0	1
Patient 2	1	1
Patient 3	0	1
Patient 4	1	1
Patient 5	2	2
Patient 6	1	1
Patient 7	1	1

Beurteilung:

4 von 7 (57%) Patienten weisen im M. gluteus medius in der 1. Auswertung eine Zunahme der fettigen Infiltration um jeweils 1 Stadium von prä- zu postoperativ auf. Bei der 2. Auswertung zeigen nur 2 Patienten (29%) eine Zunahme der fettigen Degeneration um jeweils 1 Stadium. Stellt man 1. und 2. Auswertung gegenüber, so zeigt sich eine Übereinstimmung der Stadienverteilung bei 3 von 7 Patienten (43%).

M. gluteus minimus

1. Auswertung

M. gluteus minimus	Präop	Postop
Patient 1	4	4
Patient 2	3	3
Patient 3	4	4
Patient 4	2	3
Patient 5	2	3
Patient 6	2	3
Patient 7	1	1

2. Auswertung

M. gluteus minimus	Präop	Postop
Patient 1	4	4
Patient 2	3	4
Patient 3	4	4
Patient 4	2	2
Patient 5	2	3
Patient 6	1	1
Patient 7	1	1

Beurteilung:

Im M. gluteus minimus zeigt sich bei 3 von 7 (43%) Patienten in der 1. Auswertung eine Zunahme der fettigen Infiltration von prä- zu postoperativ, in der 2. Auswertung hingegen nur bei 2 von 7 Patienten (29%). Im Vergleich ergibt sich eine Übereinstimmung der Ergebnisse bei 4 von 7 Patienten (57%).

M. tensor fasciae latae

1. Auswertung

M. tensor fasciae latae	Präop	Postop
Patient 1	0	0
Patient 2	1	1
Patient 3	1	1
Patient 4	0	0
Patient 5	1	1
Patient 6	0	0
Patient 7	0	0

2. Auswertung

M. tensor fasciae latae	Präop	Postop
Patient 1	0	0
Patient 2	1	1
Patient 3	1	1
Patient 4	0	0
Patient 5	1	1
Patient 6	0	0
Patient 7	0	0

Beurteilung:

M. tensor fasciae latae zeigt in beiden Auswertungen bei keinem Patienten eine Zunahme der fettigen Infiltration von prä- zu postoperativ. Vergleicht man 1. und 2. Auswertung miteinander, so findet man eine 100%-ige Übereinstimmung.

M. obturatorius internus

1. Auswertung

M. obturatorius internus	Präop	Postop
Patient 1	0	0
Patient 2	1	2
Patient 3	2	4
Patient 4	0	3
Patient 5	0	0
Patient 6	0	0
Patient 7	0	0

2. Auswertung

M. obturatorius internus	Präop	Postop
Patient 1	0	0
Patient 2	0	4
Patient 3	2	2
Patient 4	0	0
Patient 5	0	0
Patient 6	0	0
Patient 7	0	0

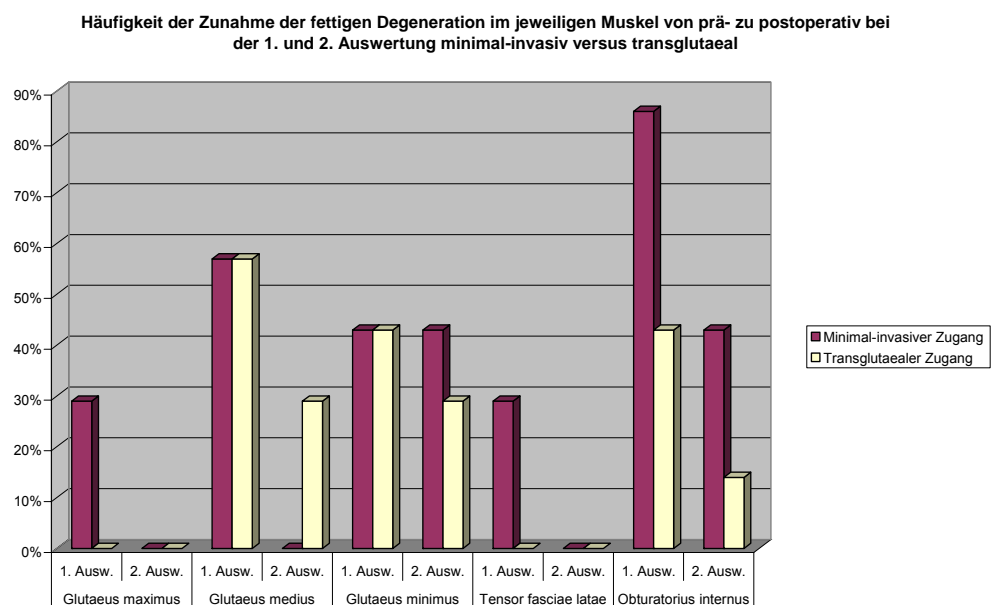
Beurteilung:

Im M. obturatorius internus lässt sich in der 1. Auswertung bei 3 von 7 Patienten (43%) eine Zunahme der fettigen Infiltration von prä- zu postoperativ feststellen. In der 2. Auswertung zeigt sich dies lediglich bei 1 Patienten (14%).

4.2.3 Zusammenfassung der Qualitativen Ergebnisse hinsichtlich fettiger Degeneration im Therapiearm 1 und Therapiearm 2

Die qualitativen Untersuchungen hinsichtlich fettiger Degeneration der jeweiligen Muskeln liefern trotz gleicher Auswertungsbedingungen im Abstand von 4 Wochen in den meisten Fällen unterschiedliche Ergebnisse. So variieren die Übereinstimmungen der Auswertungen bei den jeweiligen Muskeln sowohl im Therapiearm 1 wie auch im Therapiearm 2 zwischen 15% und 100%. Betrachtet man alle Muskeln beider Therapiearme zusammen, so zeigen sich bei den erhaltenen 70 Ergebnissen insgesamt 40 Übereinstimmungen (57%).

Nachfolgende Graphik zeigt das Ausmaß der Zunahme der fettigen Degeneration des jeweiligen Muskels von prä- zu postoperativ im jeweiligen Therapiearm. Dabei zeigt die y-Achse an, wie viele Patienten (angegeben in %) im jeweiligen Therapiearm im jeweiligen Muskel eine Zunahme der fettigen Degeneration zeigen.



4.2.4 Ergebnisse des postoperativen Vorkommens von heterotopen Ossifikationen, Seromen, Hämatomen und Bursitiden.

4.2.4.1 Patienten im Therapiearm 1 (minimal-invasiver Zugangsweg)

1. Auswertung

	Heterotope Ossifikation	Serom	Hämatom	Bursitis
Häufigkeit	0%	28,60%	0%	0%

2. Auswertung

	Heterotope Ossifikation	Serom	Hämatom	Bursitis
Häufigkeit	0%	0%	0%	28,60%

Beurteilung:

Vergleicht man die 1. und 2. Auswertung zeigt sich eine Übereinstimmung der Häufigkeit hinsichtlich des Auftretens von heterotopen Ossifikationen sowie Hämatomen im Operationsgebiet.

4.2.4.2 Patienten im Therapiearm 2 (transglutaealer Zugangsweg)

1. Auswertung

	Heterotope Ossifikation	Serom	Hämatom	Bursitis
Häufigkeit	0%	57,10%	0%	0%

2. Auswertung

	Heterotope Ossifikation	Serom	Hämatom	Bursitis
Häufigkeit	0%	57,10%	0%	57,10%

Beurteilung:

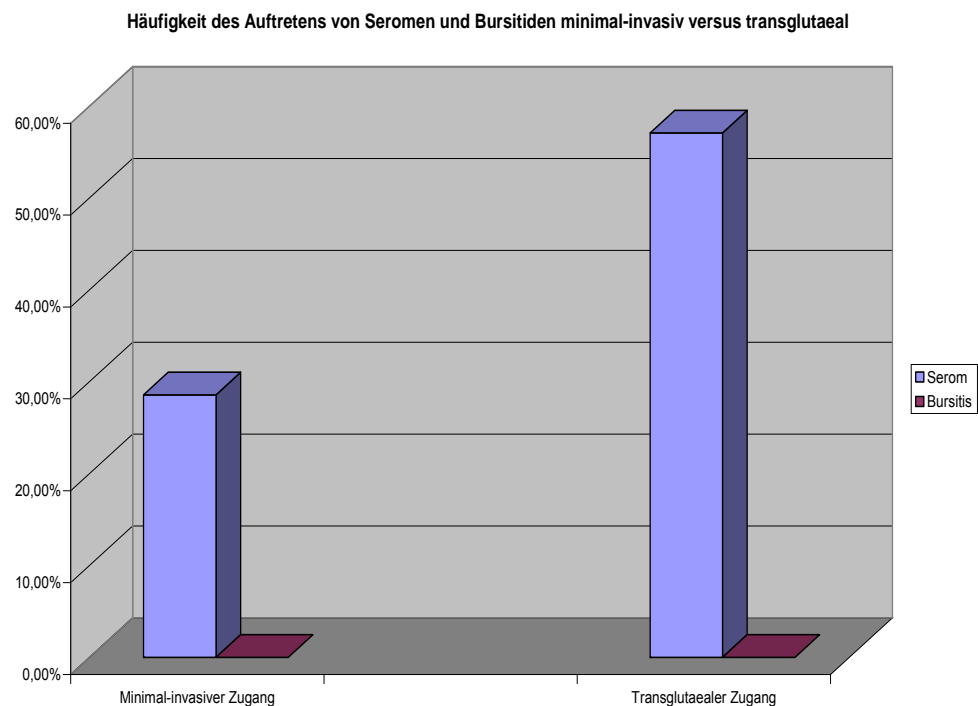
Vergleicht man die 1. mit der 2. Auswertung, so zeigt sich in Bezug auf das Auftreten von heterotopen Ossifikationen, Seromen und Hämatomen eine 100%-ige Übereinstimmung. Bezüglich des Auftretens von Bursitiden konnte bei der 1. Auswertung bei 0 von 7 Patienten (0%) und bei der 2. Auswertung bei 4 von 7 Patienten (57%) eine Bursitis beschrieben werden.

4.2.4.3 Zusammenfassende Beurteilung des Auftretens postoperativer heterotoper Ossifikationen, Seromen, Hämatome und Bursitiden

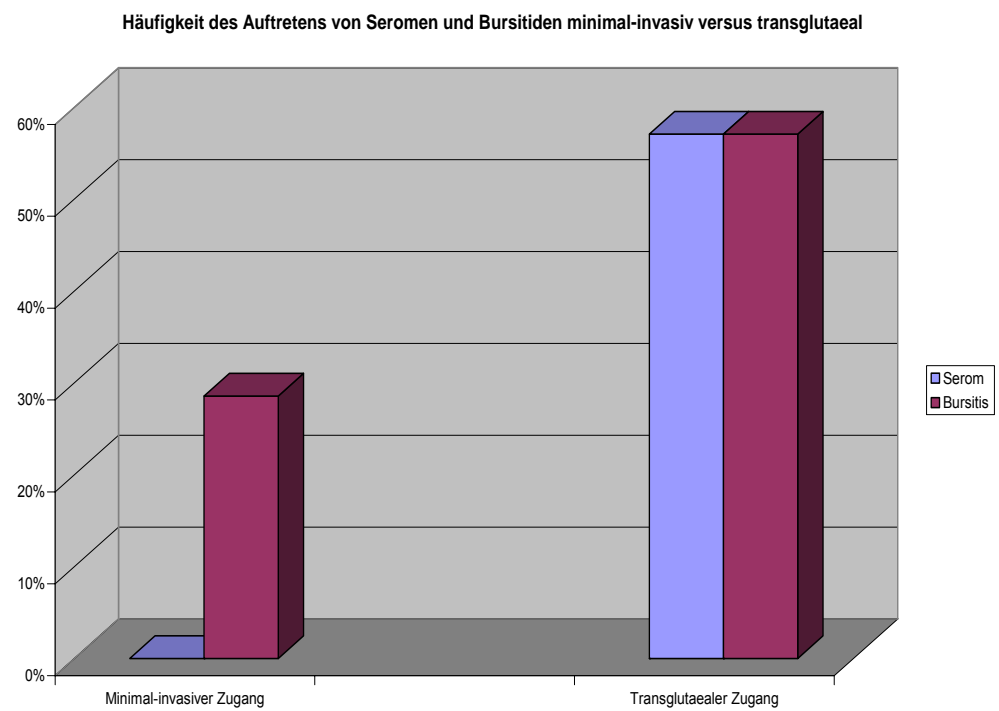
Betrachtet man alle Ergebnisse bezüglich des Vorkommens oben genannter Merkmale in beiden Therapiearmen, so zeigt sich in 8 von insgesamt 28 Einschätzungen ein anderes Ergebnis bei der 2. Auswertung im Vergleich zur 1. Auswertung. Somit ergibt sich eine Übereinstimmung der Ergebnisse der 1. und 2. Auswertung in 71% der Fälle.

Betrachtet man Therapiearm 1 und Therapiearm 2 getrennt von einander, so finden sich postoperativ weder beim minimal-invasiven Zugangsweg noch beim transglutaealen Zugangsweg heterotope Ossifikationen oder Hämatome. Mehr Serome und Bursitiden finden sich hingegen bei Patienten mit transglutaealer Operationsmethode, was nachfolgende Grafiken zum Ausdruck bringen:

1. Auswertung: minimal-invasiv versus konventionell transglutaeal



2. Auswertung: minimal-invasiv versus konventionell transglutaeal



5 Diskussion

Die minimal-invasive Operationstechnik zur endoprothetischen Versorgung am Hüftgelenk gewinnt zunehmend an Bedeutung. Mit der Einführung und Etablierung der minimal-invasiven Operationsmethode sind wie bereits erwähnt nicht nur Vorteile sondern auch Nachteile verbunden. Trotz zahlreicher Studien, in denen unter anderem die minimal-invasive Hüftendoprothetik hinsichtlich Operationsdauer, Blutverlust sowie der Häufigkeit des Auftretens intra- und postoperativer Komplikationen, oftmals im Vergleich zu den bisher bekannten Standardzugängen, untersucht worden war [3, 4, 23], konnten bislang noch keine Aussagen bezüglich der Schonung der hüftumgreifenden Muskulatur nach minimal-invasivem Zugang versus konventionellem Zugang gemacht werden, in dem prä- und postoperative quantitative und qualitative Untersuchungen an der Muskelmanschette des Hüftgelenkes im Abstand von 5 Wochen durchgeführt wurden. Dahingehend existiert auch keine vergleichende Literatur. Diesbezüglich sollte unsere Studie neue Ergebnisse und Kenntnisse liefern, in dem sie die Überlegenheit des muskelschonenden chirurgischen Zugangs zur Hüfte zwischen M. tensor fasciae latae und M. gluteus medius (minimal-invasiver anterolateraler Zugang nach Watson-Jones) gegenüber dem bisher allgemein üblichen transglutaealen Zugang zur Hüfte nach endoprothetischer Versorgung des Hüftgelenkes zeigt. Daher wurden mittels Kernspintomographie quantitative (Bestimmung der Intensität und der Muskelfläche (CSA)) und qualitative (Grad der fettigen Infiltration und Häufigkeit des Auftretens von heterotopen Ossifikationen, Seromen, Hämatomen und Bursitiden) Messungen an der Muskelmanschette des erkrankten und zu operierenden Hüftgelenkes durchgeführt. Die erhaltenen Ergebnisse sowie die angewandte Methodik werden im Folgenden kritisch hinterfragt und diskutiert.

5.1 Quantitative Messung

5.1.1 Intensität

Fettäquivalente Strukturen kommen in T1-gewichteten MRT-Bildern signalhyperintens zur Darstellung, d. h. sie vermitteln einen hellen Bildeindruck. Erscheint der zu messende Muskel postoperativ heller als präoperativ, vermittelt also postoperativ einen helleren Bildeindruck, so kann postoperativ auch eine höhere Signalintensität gemessen werden. Eine höhere durchschnittliche Intensität in T1-gewichteten MRT-Bildern zeigt somit einen vermehrten Fettgehalt des jeweiligen Muskels an. Vergleicht man nun die mittleren Intensitäten der einzelnen Muskeln, so lässt sich entweder keine Veränderung, eine Abnahme oder eine Zunahme der mittleren Intensität von prä- zu postoperativ, und damit keine Veränderung, eine mittlere Abnahme oder Zunahme des Fettgehaltes im Muskel von prä- zu postoperativ feststellen.

In unserer Studie würde man beim minimal-invasiven anterolateralen Zugang (muskelschonender Zugang zwischen M. tensor fasciae latae und M. gluteus medius ohne Muskelspaltung oder -denervation) im M. tensor fasciae latae und M. gluteus medius eine unveränderte mittlere Intensität von prä- zu postoperativ oder eine Abnahme der Intensität im Rahmen der postoperativ wiedererlangten Mobilität und physiotherapeutischen Regeneration erwarten. Die übrigen gemessenen Muskeln müssten sich, abgesehen vom M. obturatorius internus, im Rahmen ihrer intraoperativen Schonung ebenso verhalten. Beim transglutaealen Zugangsweg hingegen würde man im Rahmen der Spaltung des M. gluteus medius und minimus auf dem Weg zur Gelenkkapsel einen postoperativ messbaren Schaden erwarten, d. h. die Intensitäten dieser Muskeln müssten mit einer Zunahme von prä- zu postoperativ einhergehen. Zusammengefasst würde man aufgrund des operativen Zugangsweges bessere Ergebnisse beim minimal-invasiven anterolateralen Zugangsweg als einen muskelschonenderen Zugangsweg [8] erwarten als beim konventionellen transglutaealen Operationsweg [8]. Betrachtet man zunächst den M. tensor fasciae latae hinsichtlich des Verhaltens der mittleren Intensität von prä- zu postoperativ, so verhält dieser sich mit einer Abnahme der mittleren Intensität im Therapiearm 1 (Abnahme um 22%) ähnlich wie im Therapiearm 2 (Abnahme um 17%). M. gluteus

maximus zeigt im Therapiearm 1 eine Abnahme der mittleren Intensität von prä- zu postoperativ um 12% und im Therapiearm 2 eine Zunahme um 3%. Auch der M. piriformis zeigt im Therapiearm 1 wie auch im Therapiearm 2 eine Abnahme der mittleren Intensität um 16% bzw. 4%. Diese Ergebnisse unterstreichen somit die Annahme einer größeren Muskelschonung beziehungsweise einer schnelleren postoperativen Rehabilitation und dahingehend früheren physiotherapeutischen Muskelkräftigung beim minimal-invasiven Zugangsweg im Vergleich zum transglutaealen Zugangsweg. M. gluteus medius zeigt im Therapiearm 1 eine Abnahme der mittleren Intensität von prä- zu postoperativ um circa 31%, während im Therapiearm 2 eine Abnahme der mittleren Intensität von etwa 24% gemessen werden kann. Somit zeigt sich auch hier ein annähernd gleiches Verhalten bezüglich der mittleren Intensitäten in beiden Therapiearmen. Aufgrund der Spaltung des M. gluteus medius im Therapiearm 2 würde man jedoch eher eine Zunahme der mittleren Intensität als ein Zeichen zunehmender fettiger Degeneration im Rahmen der intraoperativen Spaltung von prä- zu postoperativ erwarten. M. gluteus minimus zeigt im Therapiearm 1 eine Abnahme der Intensität um 42%. Hingegen weist er im Therapiearm 2 eine Abnahme um lediglich 28% auf. Danach würde der M. gluteus minimus im Therapiearm 1 im Mittel mehr geschont werden als im Therapiearm 2, was im Rahmen der Operationsmethode durchaus plausibel ist. Jedoch würde man beim M. gluteus minimus im Therapiearm 2 eher eine Zunahme der Intensität von prä- zu postoperativ im Rahmen der intraoperativen Spaltung des M. gluteus minimus erwarten. Unter diesem Aspekt müssen die Ergebnisse des Verhaltens der Intensitäten bezüglich M. gluteus medius und minimus im Therapiearm 2 eher kritisch gesehen und dahingehend nach Erklärungen für diese Ergebnisse gesucht werden. Wie bei allen Untersuchungen können Fehler in der Datenerhebung sowie der Datenauswertung auftreten und damit die Ergebnisse verfälschen. So könnte es auch in unserer Studie der Fall gewesen sein. Wie bereits erwähnt vermittelt ein Muskel einen helleren oder dunkleren Eindruck, ist also somit signalhypo- oder hyperintenser. Verfälscht wurde bei unseren Intensitätsmessungen der Helligkeitseindruck des Muskels vorwiegend in der postoperativen Messung. Durch die implantierte Hüfttotalendoprothese gab es bei der MRT-Messung im umliegenden Weichteil- und Muskelgewebe so genannte Metallartefakte (Suszeptibilitätsartefakte). Diese entstehen durch Störungen des homogenen Magnetfeldes bei Vorliegen von ferromagnetischen Gegenständen

(beispielsweise eine implantierte Hüft-TEP) [14]. Im Rahmen dieser Artefakte wurde bei der Auswertung dem Untersucher oftmals ein dunkler Bildeindruck vermittelt, d. h. der Muskel stellte sich hypointens dar und suggerierte somit einen vermeintlich geringeren Fettgehalt. Dadurch ergaben sich dann letztendlich falsche Werte für die durchschnittliche Intensität des jeweils gemessenen Muskels. Aufgrund der anatomisch nahen Lagebeziehung zur implantierten HTEP war davon hauptsächlich der M. gluteus medius und minimus betroffen.

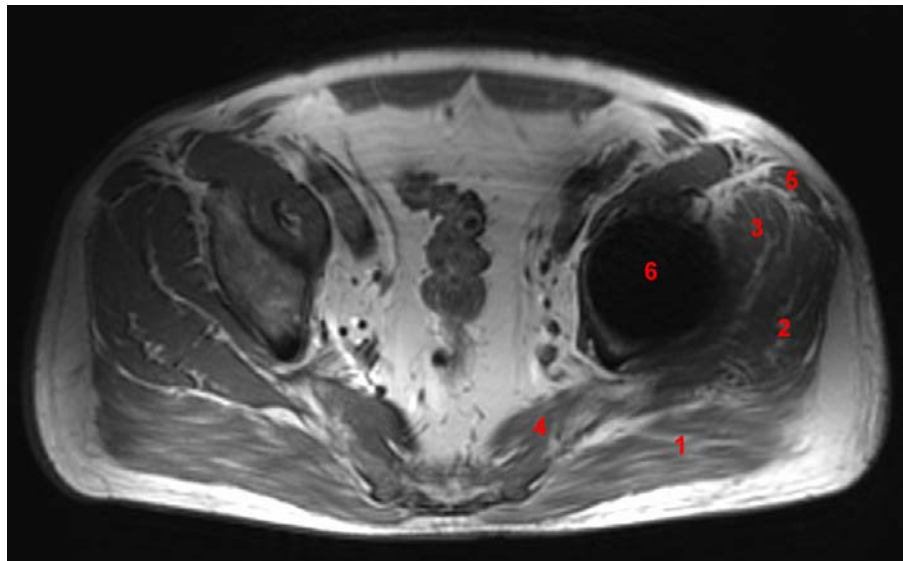


Bild: axial-T1-gewichtetes MRT-Bild des Beckens postoperativ, das die Metallartefakte der implantierten HTEP (6) in unmittelbarer anatomischer Nachbarschaft zu M. gluteus medius (2) und M. gluteus minimus (3) zeigt.

Abschließend lässt sich (abgesehen von den Ergebnissen bezüglich des Verhaltens der mittleren Intensitäten von prä- zu postoperativ im M. gluteus medius und M. gluteus minimus) im Therapiearm 1 eine im Durchschnitt stärkere Abnahme der mittleren Intensität von prä- zu postoperativ, also eine durchschnittlich stärkere Abnahme des Fettgehaltes im jeweiligen Muskel, im Vergleich zum Therapiearm 2 feststellen. Sie bekräftigen somit die angenommene größere Muskelschonung beim minimal-invasiven anterolateralen Zugang im Vergleich zum konventionellen transglutaealen Zugang. Diese Erkenntnisse können als Zeichen der weichteilschonenderen Operationsweise im Therapiearm 1 (minimal-invasiv) verstanden werden. Daraus resultiert eine frühere Mobilität der Patienten und somit eine

frühestmögliche physiotherapeutische Muskelkräftigung postoperativ, wie sie auch Wohlrab et al. beschrieben [25].

5.1.2 Muskelfläche (CSA/mm²)

Die Ergebnisse im Hinblick auf das Verhalten der mittleren Muskelfläche von prä- zu postoperativ zeigten im Durchschnitt eine stärkere Reduktion im Therapiearm 1 im Vergleich zum Therapiearm 2. Erwarten würde man jedoch bei der muskelschonenderen Operationsweise (Therapiearm 1) ein umgekehrtes Verhalten. M. gluteus medius zum Beispiel zeigt beim minimal-invasiven Zugang eine Abnahme der mittleren Muskelfläche von prä- zu postoperativ um 17% während sich die Muskelfläche des M. gluteus medius beim transglutaealen Zugang im Mittel nur um lediglich 3% reduziert, obwohl der M. gluteus medius im Rahmen dieses Zugangsweges gespalten wird und damit einen eindeutigen Schaden nimmt. Dies gibt Anstoß zur kritischen Beurteilung der erhaltenen Ergebnisse. Hinterfragt man die Ergebnisse nicht, würde es bedeuten, dass der M. gluteus medius beim transglutaealen Zugang trotz Spaltung so gut wie keine Beeinträchtigung der Muskelfläche im Sinne einer Atrophie davonträgt. Gleichzeitig würde der M. gluteus medius beim minimal-invasiven anterolateralen Zugang, trotz intraoperativer Schonung, eine Atrophie von prä- zu postoperativ nach sich ziehen, was bedeuten würde, dass der M. gluteus medius beim minimal-invasiven Zugang schlechter als beim klassischen transglutaealen Zugang abschneidet. Wie kommen diese Ergebnisse zu Stande und welche Aussagekraft besitzen sie? Auf der Suche nach Gründen für diese Ergebnisse stößt man wie auch hinsichtlich der Bestimmung der Intensität auf die Methodik der Messung der Muskelfläche sowie deren Auswertung. Bezüglich der Bestimmung der Muskelfläche durch Umfahren der Muskelgrenzen spielen die Metallartefakte in der postoperativen MRT-Messung eine tragende Rolle. Im Rahmen dieser Artefakte konnten bei der Bestimmung der Muskelfläche durch Umfahren der Muskelgrenzen die einzelnen Muskeln nur sehr schlecht voneinander und zum umliegenden Fettgewebe abgegrenzt werden. Davon ist im Rahmen der anatomischen Lage vor allem betroffen der M. gluteus medius und minimus. Dadurch war das Festlegen der Muskelgrenzen, so weit diese ersichtlich waren, stark abhängig vom subjektiven Empfinden des Untersuchers. Zudem können die Suszeptibilitätsartefakte Verzerrungsphänomene provozieren und

konsekutiv die Flächenmessung beeinträchtigen [14]. Somit sind Messfehler unvermeidbar.

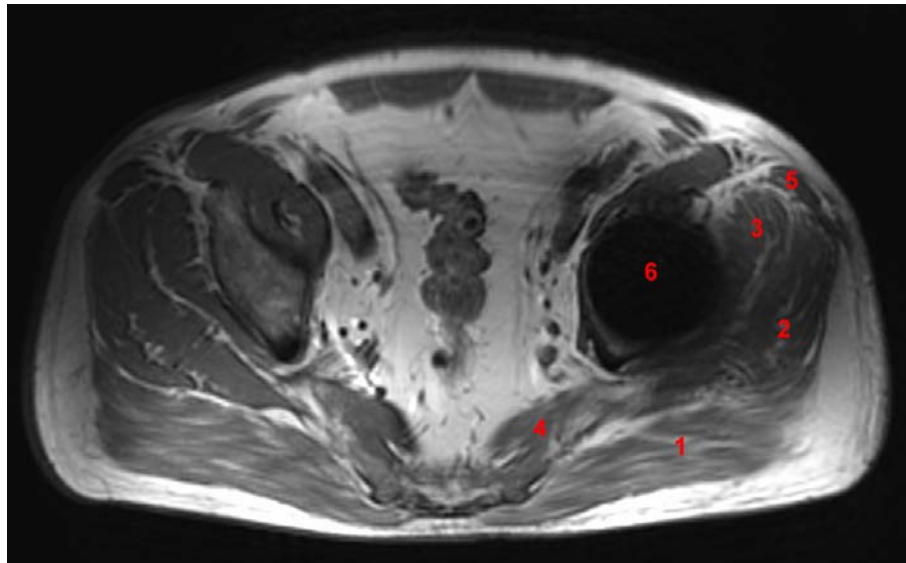


Bild: axial-T1-gewichtetes MRT des Beckens postoperativ mit Metallartefakten in unmittelbarer Umgebung der liegenden HTEP (6). Zu sehen auch eine unzureichende Abgrenzbarkeit von M. gluteus medius (2) und M. gluteus minimus (3) im dorsalen Anteil zueinander sowie eine mangelnde Abgrenzbarkeit des M. gluteus minimus (3) zur liegenden HTEP (6).

Auch die Tatsache, dass die einzelnen Muskeln hinsichtlich ihrer Fläche nur in einer definierten Ebene drei Schichten oberhalb des Femurkopfes gemessen wurden, lässt eine Fehlerquelle erahnen. Die Messung eines Muskels in einer Ebene ist möglicherweise nicht repräsentativ für das gesamte Muskelvolumen. Darüber hinaus kann das individuelle Liegen des Patienten im Kernspintomographen verantwortlich sein für eine mehr oder weniger starke Kompression des zu untersuchenden Muskels. Dadurch kann es zu einer Veränderung des Muskelvolumens und konsekutiv auch der zu untersuchenden Muskelfläche kommen. Tatsachen, welche die erhaltenen Ergebnisse sicherlich nicht unterstreichen, sondern eher in Frage stellen.

5.2 Qualitative Messung

5.2.1 Grad der fettigen Degeneration

Zur Beurteilung des Grades der fettigen Degeneration wurde sich der Stadieneinteilung nach Goutailler et al. bedient. Goutailler et al. beschrieben diese Stadien im Rahmen ihrer Untersuchungen hinsichtlich der fettigen Degeneration im M. supraspinatus und M. infraspinatus nach Verletzungen der Rotatorenmanschette. Beurteilt wurde die fettige Degeneration im jeweiligen Muskel lediglich posttraumatisch anhand von computertomographischen Bildern. In unserer Studie hingegen wurden sowohl der Zustand vor der Operation wie auch der postoperative Zustand (5 Wochen nach Implantation einer Hüft-TEP) beurteilt. Denn nur durch Kenntnis der präoperativen Muskelbeschaffenheit kann man realistische Aussagen bezüglich des möglichen Einflusses der Operationsmethode auf den Grad der fettigen Degeneration durch Vergleich mit der postoperativen Beschaffenheit des Muskels treffen. Da die Zuordnung des einzelnen Muskels zum jeweiligen Stadium mit Subjektivität behaftet war, erfolgte eine zweimalige standardisierte qualitative Beurteilung der Muskelbeschaffenheit im Abstand von 4 Wochen. Die Auswerter wussten bei der Stadieneinteilung nicht, welcher Patient mit welcher Operationsmethode operiert worden war. Zusammengefasst zeigte sich in der 1. Auswertung, dass M. tensor fasciae latae sowie M. obturatorius internus beim transglutaealen Zugangsweg mehr als beim minimal-invasiven Zugangsweg geschont werden. M. gluteus minimus hingegen wurde mehr beim minimal-invasiven Zugangsweg geschont, während sich M. gluteus maximus und medius bei minimal-invasiv und transglutaeal gleich verhalten. Vergleicht man damit die Ergebnisse der 2. Auswertung so zeigt sich in 43% der Fälle eine andere Einschätzung. Der 2. Auswertung zu Folge wird der M. gluteus maximus in beiden Therapiearmen gleichermaßen geschont. M. gluteus medius hingegen wird mehr im Therapiearm 1 als im Therapiearm 2 geschont. M. gluteus minimus weist im Gegensatz zur 1. Auswertung eine größere Schonung im Therapiearm 2 auf. M. tensor fasciae latae verhält sich in beiden operativen Zugangsvarianten in der 2. Auswertung gleich, während ihm im Rahmen der 1. Auswertung eine größere Schonung beim minimal-invasiven Zugang zu teil wurde. Der M. obturatorius internus zeigt in beiden Auswertungen eine größere Schonung beim transglutaealen Zugang. Das würde bedeuten, dass der M. obturatorius

internus beim minimal-invasiven Zugang mehr in Mitleidenschaft gezogen wird, was den Aussagen des Operators in unserer Studie zu Folge durchaus plausibel ist. Zugangsbedingt erfordert die Exposition des Femur (durch 90 Grad Rotation) bei der minimal-invasiven Variante ein Release des M. obturatorius internus, was somit hinsichtlich Muskelschonung für den M. obturatorius internus einen Nachteil darstellt. Bei kontraktem M. obturatorius internus kann ein Release desselbigen für den Patienten jedoch auch von Vorteil sein.

Letztlich zeigen nur M. gluteus maximus und M. obturatorius internus ein gleiches Verhalten in beiden Auswertungen auf. Dies lässt mehr und mehr an der Methodik der Stadieneinteilung nach Goutailler et al. als ein zuverlässiges, objektives und allgemeingültiges Verfahren zweifeln und unterstreicht zudem die erwartete Subjektivität der Methodik an der Hüfte, das heißt die Methodik nach Goutailler et al. ist offensichtlich vom Schultergelenk nicht auf das Hüftgelenk übertragbar. Wäre die Methodik zuverlässig, müssten sich die Ergebnisse der 1. und 2. Auswertung decken. Angesichts dieser Tatsachen kann keine valide Aussage darüber getroffen werden, welche der beiden Operationstechniken eine geringere fettige Infiltration der hüftumgreifenden Muskulatur zur Folge hat.

5.2.2 Häufigkeit des Auftretens von heterotopen Ossifikationen, Seromen, Hämatomen und Bursitiden

Neben Auswertungen hinsichtlich des Grades der fettigen Infiltration wurden auch Untersuchungen bezüglich der Häufigkeit des Auftretens postoperativer Veränderungen im Operationsgebiet angestellt. Dabei orientierte man sich an der Identifizierung heterotoper Ossifikationen, Seromen, Hämatomen und Bursitiden. Bisherigen Studien zu Folge würde man im Rahmen der weniger traumatischen und weichteilschonenderen minimal-invasiven Operationsmethode logischerweise ein geringeres Auftreten postoperativer Serome, Hämatome oder Bursitiden erwarten. Unsere Ergebnisse zeigten bei einer 71%-igen Übereinstimmung der 1. und 2. Auswertung ein häufigeres Vorkommen von Seromen und Bursitiden beim konventionellen transglutaealen Zugangsweg. Diese Erkenntnis unterstreicht mehr und mehr die Annahme einer intraoperativen Weichteilschonung bei Patienten, die in

MIS-Technik operiert worden sind, und betont auch gleichzeitig die weichteiltraumatisierendere Operationsweise beim klassischen transglutaealen Zugangsweg. Das weniger häufige Auftreten von Seromen und Bursitiden in der MIS-Technik trägt somit wahrscheinlich auch zu einer verbesserten Mobilisation und Rehabilitation der Patienten in der frühen postoperativen Phase bei, wie sie auch Wohlrab et al. beschrieben [25].

6 Zusammenfassung

Eine nachweisliche Überlegenheit des muskelschonenden chirurgischen Zugangs zwischen M. tensor fasciae latae und M. gluteus medius (minimal-invasiver anterolateraler Zugang nach Watson-Jones) gegenüber dem üblichen konventionellen transglutaealen Zugangsweg konnte im Rahmen der durchgeführten quantitativen und qualitativen Messungen nicht gezeigt werden. In Bezug auf die geringe Stichprobenanzahl von je 7 Patienten pro Therapiearm konnte keine aussagekräftige statistische Analyse durchgeführt werden. Es wurden lediglich Tendenzen aufgezeigt. Doch auch diese waren in der quantitativen wie auch in der qualitativen Messung in sich nur zum Teil schlüssig und ließen keinen sichtlichen Vorteil der minimal-invasiven Operationstechnik gegenüber der transglutaealen Methodik im Hinblick auf die Schonung der Muskelmanschette erkennen. Nur bezüglich der Häufigkeit postoperativer Ossifikationen, Hämatomen, Seromen oder Bursitiden konnte dem minimal-invasiven Zugangsweg im Vergleich zum transglutaealen konventionellen Zugangsweg ein besseres Zeugnis ausgestellt werden und unterstreicht hier eindeutig die in der Literatur häufig beschriebene muskel- und weichteilschonendere Operationsweise bei der minimal-invasiven Methode. Im nach hinein stellte sich die Kernspintomographie wegen der postoperativ aufgetretenen Metallartefakte im Bereich des operierten Hüftgelenkes als ein nicht optimales Verfahren zur Beurteilung der Beschaffenheit der Muskelmanschette heraus: durch die Metallartefakte kommt es zu einer erschwerten Differenzierung der einzelnen Muskeln voneinander und konsekutiv zu einer eingeschränkten Beurteilbarkeit der zu messenden Fläche. Zudem verfälschen die Metallartefakte die Signalgebung des Weichteilgewebes und bedingen dadurch eine falsch positive Abnahme des Fettanteiles im Muskel. Die Kernspintomographie sollte somit bevorzugt bei streng morphologischen Befunden (Nachweis von Serom, Hämatom oder Sehnenruptur) bei Zustand nach Hüftgelenksprothesenimplantation eingesetzt werden. Auch die Stadieneinteilung hinsichtlich fettiger Degeneration in Anlehnung an Untersuchungen von Goutailler et al. an der Schulter sind wegen der schlechten Reproduzierbarkeit ungeeignet, um gültige und objektive Aussagen bezüglich der Beschaffenheit der Muskelmanschette am Hüftgelenk prä- und postoperativ machen zu können. Unter diesen Gesichtspunkten sollten künftig positive wie auch negative Studienergebnisse bezüglich minimal-invasiver Operationsverfahren, deren Messungen und

Auswertungen auf einer ähnlichen Methodik basieren, kritisch beurteilt werden.

7 Literaturverzeichnis

1. Beck M., Sledge J. B., Gautier E., Dora C. F., Ganz R.
The anatomy and function of the gluteus minimus muscle
J Bone Joint Surg [Br] 2000; 82-B: p. 358-63
2. Benninghoff A.
Anatomie: makroskopische Anatomie, Embryologie und Histologie des Menschen/Benninghoff. Hrsg. von Detlev Drenckhahn und Wolfgang Zenker. – München; Wien; Baltimore: Urban und Schwarzenberg.
Bd. 1 Zellen- und Gewebelehre, Entwicklungsbiologie, Bewegungsapparat, Herz-Kreislauf-System, Immunsystem, Atem- und Verdauungsapparat./ [Autoren diese Bd.: D. Berens aus Rautenfeld...]
15., völlig neu bearb. Auflage. – 1994, S. 330-350
3. Chimento G. F., Pavone V., Sharrock N. E.
Minimal invasive total hip arthroplasty: a prospective randomized study: paper presented at 70th annual meeting of American academy of orthopedic surgeons
New Orleans 5.-8.02.2003
4. Chung W. K., Liu D., Foo L. S
Mini-incision total hip replacement – surgical technique and early results
J Orthop Surg (Hong Kong) 2004, 12: 19-24
5. Cvitanic O., Henzie G., Skezas N., Lyons J., Minter J.
MRI Diagnosis of Tears of the Hip Abductor Tendons (Gluteus medius and Gluteus minimus)
AJR 2004, 182, p. 137-143

6. Eysel P., König D., Springorum H. P., Popken F.
Minimal-invasive Endoprothetik – kein kurzzeitiger Modetrend
Orthopäde 2004, 33, S. 1227-1228
7. Goutallier D., Postel J. M., Lavau L., Bernageau J.
Impact of fatty degeneration of the supraspinatus and infraspinatus muscles on the prognosis of surgical repair of the rotator cuff
Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot., 1999 Nov, 85 (7), 668-76
8. Jansson V., Fottner A.
Hüftendoprothetik
Orthopädie und Unfallchirurgie up2date2, 2007, S. 333-352
9. Jerosch J.
Minimalinvasive Hüftendoprothetik
Dtsch Arztebl 2006, 103 (49), A 3333-9
10. Kenn W., Böhm D., Gohlke F., Hümmer C., Köstler H., Hahn D.
2D SPLASH: a new method to determine the fatty infiltration of the rotator cuff muscles
Eur Radiol, 2004, 14, p. 2331-2336
11. Krämer J., Grifka J.
Orthopädie
6., korrigierte und aktualisierte Auflage, Springer Verlag, S. 335-392
12. Kuster M. S.
Exercise recommendations after total joint replacement: a review of the current literature and proposal of scientifically based guidelines
Sport Med, 2002, 32, p. 433-445
13. Küllmer K., Sievers K. W., Reimers C. D., Rompe J. D., Müller-Felber W., Nägele M., Harland K.
Changes of sonographic, magnetic resonance tomographic, electromyographic, and histopathologic findings within a 2-month period of examinations after experimental muscle denervation
Arch Orthop Trauma Surg, 1998, 117, p. 228-234

14. Müller M. und Mitarbeiter
Chirurgie für Studium und Praxis
7. Auflage, 2004/05, Medizinische Verlags- und Informationsdienste – Breisach, S. 371-373
15. Pfirrmann C. W., Notzli H. P., Dora C. Hodler J., Zanetti M.
Abductor tendons and muscles assessed at MR imaging after total hip arthroplasty in asymptomatic and symptomatic patients
Radiology, 2006 Apr, 239 (1), 300-1, author reply 301
16. Putz R., Pabst R.
Sobotta – Atlas der Anatomie des Menschen, Band 2: Rumpf, Eingeweide, untere Extremität
21. neu bearbeitete Auflage, Urban & Fischer München – Jena, S. 316-321
17. Rinck P. A.
Magnetresonanz in der Medizin
5. Auflage, 2003, ABW Wissenschaftsverlag, S. 202-203
18. Rittmeister M., König D. P., Eysel P., Kerschbaumer F.
Minimal-invasive Zugänge zum Hüft- und Kniegelenk bei künstlichem Gelenkersatz
Orthopäde 2004, 33, S. 1229-1235
19. Schiebler T. H., Schmidt W., Zilles K.
Anatomie – Zytologie, Entwicklungsgeschichte, makroskopische und mikroskopische Anatomie des Menschen
8. Auflage, 1999, Springer Verlag, S. 343-347
20. Stähelin T.
Abductor repair failure and nerve damage during hip replacement via the transgluteal approach. Why less invasive methods of joint replacement are needed, and some approaches to solving the problems
Orthopäde 2006 Dec., 35(12), 1215-24

21. Strobel K., Hodler J., Meyer D. C., Pfirrmann C. W., Pirkel C., Zanetti M.
Fatty atrophy of supraspinatus and infraspinatus muscles: accuracy of US
Radiology, 2005 Nov, 237 (2), 584-9
22. Von Torklus D.
Atlas orthopädisch – chirurgischer Zugangswege
5., überarbeitete und aktualisierte Auflage 2007, Elsevier GmbH München, Urban & Fischer Verlag, S. 180-192
23. Wenz J. F., Gurkan I., Jibodh S. R.
Mini-incision total hip arthroplasty: a comparative assesement of perioperative outcomes
Orthopedics, 2002, 25: 1031-43
24. Werner G., Diehl R., Klimczyk K., Rude J.
Checkliste Physikalische und Rehabilitative Medizin
2. überarbeitete und erweiterte Auflage 2000, Thieme Verlag, S. 372-375
25. Wohlrab D., Hagel A., Hein W.
Vorteile der minimalinvasiven Implantation von Hüfttotalendoprothesen in der frühen postoperativen Rehabilitationsphase
Z Orthop 2005, 143: 1-6
26. Zati A., Degli Esposti S., Spagnoletti C., Martucci E., Bilotta T. W.
L'artroprotesi totale d'anca comporta un danno sensoriale e propriocettivo? Verifica in uno studio clinico
Does total hip arthroplasty mean sensorial and proprioceptive lesion? A clinical study
Chir Organi Mov., LXXXII, 1997, p. 239-247

CURRICULUM VITAE

Persönliche Daten:

Name:	Hartl
Vorname:	Jürgen
Geburtsdatum/-ort:	27.03.1980/Cham
Adresse:	Eisenmannstrasse 30 A 93049 Regensburg
Familienstand:	ledig

Schulbildung:

09/1986 – 07/1990	Grundschule Chamerau
09/1990 – 06/1999	Robert-Schuman-Gymnasium Cham Allgemeine Hochschulreife

Hochschulbildung:

11/1999 – 10/2005	Studium der Humanmedizin an der Universität Regensburg
02/2001 – 07/2001	Studentische Hilfskraft am Institut für Mikroskopische Anatomie der Universität Regensburg
08/2001	Ärztliche Vorprüfung
08/2002	Erster Abschnitt der ärztlichen Prüfung
10/2002 – 10/2004	Studentische Hilfskraft in der Verkehrsunfallforschung (AARU), Abteilung Unfallchirurgie am Klinikum der Universität Regensburg, Leitung: Prof. Dr. med. M. Nerlich

08/2004	Zweiter Abschnitt der ärztlichen Prüfung
10/2004 – 01/2005	Erster PJ-Abschnitt: Innere Medizin Bezirksspital Affoltern am Albis CH-Kanton Zürich
02/2005 – 05/2005	Zweiter PJ-Abschnitt: Urologie Klinikum St. Marien, Amberg
06/2005 – 09/2005	Dritter PJ-Abschnitt: Chirurgie Klinikum Weiden
10/2005	Dritter Abschnitt der ärztlichen Prüfung und zugleich Abschluss des Studiums der Humanmedizin
10/2005	Approbation als Arzt

Beruflicher Werdegang:

11/2005 – 10/2006	Assistenzarzt am Asklepios Zentrum für orthopädische und rheumatologische Rehabilitation, Abteilung Innere Medizin und Rheumatologie, Chefarzt Dr. med. J. Seidl
11/2006 – 10/2007	Assistenzarzt am Asklepios Zentrum für orthopädische und rheumatologische Rehabilitation, Abteilung Orthopädie, Chefarzt Dr. med. S. Marr
seit 11/2007	Assistenzarzt am Asklepios Zentrum für orthopädische und rheumatologische Rehabilitation, Abteilung Physikalische und Rehabilitative Medizin, OÄ Dr. med. E. Feimer

Berufliche Nebentätigkeiten:

seit 11/2005	Unterrichtstätigkeit im MACULA-Institut (Ausbildung und Prüfungsvorbereitung für Osteopathen und Heilpraktiker)
seit 01/2006	Tätigkeit als nationales und internationales Fotomodell für Print, TV und Show

Sonstige Kenntnisse:

EDV:	OPS- und ICD 10-Codierung in ORBIS, Microsoft Word, Power Point, Excel, Outlook
Sprachen:	Latein, Englisch, Französisch

Hobbys:

Sport:	Schwimmen, Tauchen, Skifahren, Langlauf
--------	---

Regensburg, 19.09.2008

Jürgen Hartl

Danksagung

Ich danke Herrn Prof. Dr. med. Dr. h. c. J. Grifka ganz herzlich dafür, dass er mir dieses Thema zur Verfügung stellte und somit die Erstellung dieser Arbeit möglich machte.

Bei Herrn OA Dr. med. E. Sendtner und Herrn PD Dr. med. J. Seitz möchte ich mich für die stets freundliche Betreuung der Arbeit und deren Ratschläge sowie kritischen Hinweise bedanken.

Ganz besonders danken möchte ich meinen Eltern und Großeltern, die mir durch Ihre unermüdliche Unterstützung das Studium der Humanmedizin erst ermöglichten, sowie meinem Freund Thomas, der mich während der Fertigstellung der Arbeit stets motivierte und mir mit Rat und Tat zur Seite stand.

